الألف كتاب (الثانى) ٢٧

الجزء والكل

محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية

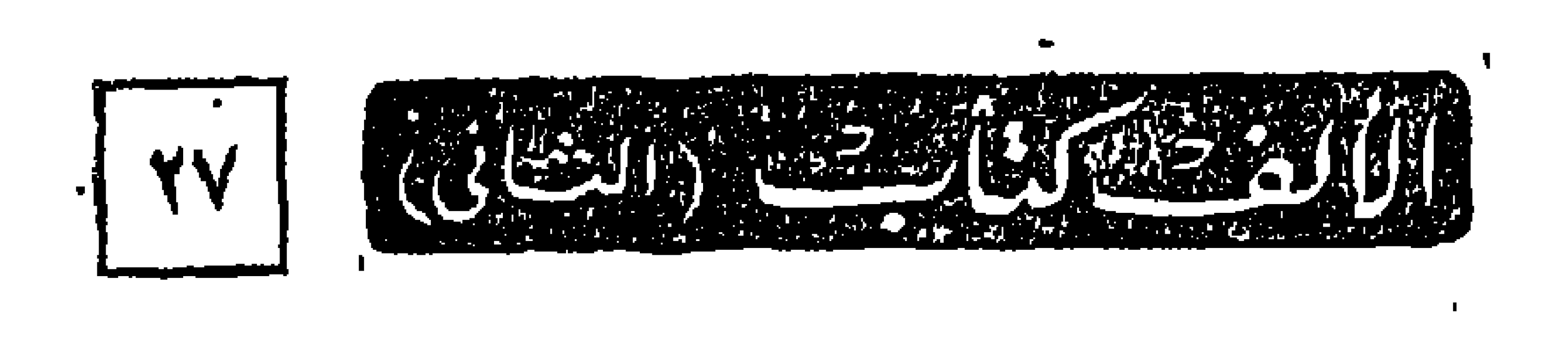
تأليف
د. ڤيرنر هيزنبرج

ترجمة وتحقيق
محمد أسعد عبد الرءوف

تقديم
د. على حلمى موسى



الهيئة المصرية العامة للكتاب



الجزء والكل

محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية

تصميم الغلاف : محمد قطب

الاخراج الفنى : زهور السلام شاكر

الاشراف الفنى : عفاف توفيق

الجزء والكل

محاورات في مضمار الفيزياء الذرية

تأليف

د. ڤيرنر هيزنبرج

ترجمة وتحقيق

محمد أسعد عبد الرءوف

تقديم

د. علي حلمي موسى



الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٨٦

ترجمة لكتاب : Der Teil und das Ganze
Gesprache im Umkreis der Atomphysik.

تأليف : Werner Heisenberg

الطبعة الألمانية : Deutscher Taschenbuch Verlag
(dtv 1973).

الكتاب

تدور مذكرات هيزنبرج Heisenberg حول الفيزياء الذرية المعاصرة التى تأثرت ـ لاشك ـ فى مراحل تطورها بجهوده الخلاقة والتى ترتبط فى تقديره بقضايا فى ميادين الفلسفة والدين والسياسة والفن • كما أنها ترتبط بالاضطرابات التى لازمت الجمهورية الشيوعية فى ميونخ (١) وبأيام الدراسة ودائرة الاصدقاء فى تنظيم حركة الشبيبة وبالمنجزات والتحديات التى صاحبت أيام النازية وأيام التشييد بعد عام ١٩٤٥ • من هذه المنطلقات تعود الى الحياة مقابلات هيزنبرج مع ألبرت أينشتين ، ماكس بلانك، أرنولد زومر فيلد ، نيلز بوهر ، فولفجانج باولى ، كارل فريدريش فون فايتسكر وآخرين •

لقد كانت المحاورات مع هؤلاء الفيزيائيين تمثل حجر الزاوية فى حياة هيزنبرج ومن هنا فانه يصف بشغف جو الاقطار والأماكن التاريخية التى أجريت فيها هذه المحاورات ، سواء أكان ذلك بجوار بحيرة شتارنبرج ، أم فوق جبال الألب ، أثناء الرحلات بالقوارب الشراعية فى الدانمارك أم أثناء السير بجوار البحر هناك ، أو حتى خلال المحاضرات فى جامعات ميونخ ، ليبزيج ، برلين وجوتنجين • كل ذلك من شأنه أن يجعل الذين لا تربطهم علاقة بتفاصيل الفيزياء الذرية يستطيعون متابعة المحاورات باثارة وتلهف •

(مجلة الشعب الالمانية)

(١) جمهورية ألمانية أعلنت فى مقاطعة بافاريا سنة ١٩١٩ يتفق اتجاهها السياسى مع النظام الشيوعى الروسى •

أ

المؤلف :

ولد فيرنر هيزنبرج في ١٩٠١/١٢/٥ في فورتسبورج Wurzburg درس الفيزياء في ميونخ وجوتنجين ٠ حصل في ١٩٢٥/١٩٢٤ على منحة روكفلر وعمل لدى نيلز بوهر في كوبنهاجن ٠ أصبح أستاذا بجامعة ليبزيج سنة ١٩٢٧ ٠ حصل على جائزة نوبل للفيزياء سنة ١٩٣٢ ٠ تولى رئاسة معهد القيصر فيلهلم للفيزياء سنة ١٩٤١ ٠ قام في سنة ١٩٤٦ بانشاء معهد ماكس بلانك للفيزياء في جوتنجين ثم انتقل به الى ميونخ سنة ١٩٥٨ ٠ مات في ١٩٧٦/٢/١ في بيته في ميونخ ٠

اهداء

الى زوجتي ...

تقـديم

بقلم : الأستاذ الدكتور على حلمى موسى

يعد « فيرنر هيزنبرج » واحدا من أعلام الفيزياء الذرية الحديثة الذين ساهموا فى تطوير النظرة العلمية الدقيقة لتفسير ما يحـدث داخل الذرة وداخل النواة • ويعتبر التعرف على افكاره ومبادئه ـ ومن ثـم نظرته الشاملة الى الظواهر التكرارية فى الكون ـ مدخـلا رئيسيا الى الفلسفة الطبيعية المعاصرة • فهو العالم الذى اكتشف مبدأ عدم الحتمية فى الفيزياء الذرية ، والذى اعتنقه عدد من الفلاسفة المعاصرين ، وأصبح هذا المبدأ بالاضافة الى مفاهيم فلسفية أخـرى نابعة من علم الفيزياء الحديثة مثل « الاحتمالية » و « الانتروبيا » وغيرها ، اصبحت هذه المبادىء تمثل ركائز تقوم عليها الفلسفة الحديثة •

ولقد نال « هيزنبرج » جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٣٢ عن حصيلة ابحاثه العلمية على مدى عشر سنوات ، وكان عمره فى ذلك الوقت واحدا وثلاثين سنة •

يقدم « هيزنبرج » فى هذا الكتاب « الجزء والكل » خلاصة تجاربه فى الحياة ويتعرض فى تسلسل تاريخى لمحاورات ومناقشات علمية تبدأ من عام ١٩١٩ (عندما كان فى الثامنة عشرة من عمره) حتى عام ١٩٦٥ ، أى ما يقرب من نصف قرن ، وذلك فى أسلوب فلسفى ممتع ، ممزوج بوصف الطبيعة الخلابة فى بعض مناطق المانيا والدانيمرك وغيرها ، مما يوضح أن « هيزنبرج » كان مرهف الحس له شاعرية متميزة تظهر فى اتقانه العزف على الجيتار وشغفه بالموسيقى الكلاسيكية •

يعرض المؤلف مناقشاته مع زملائه الطلاب (عام ١٩١٩) عن افكار الفيزياء الذرية السائدة فى ذلك الوقت والعلاقة بين الأجزاء الصغرى من المادة (الذرة) والعلاقات التركيبية للمواد ، ومقارنتها بمحـاورات

« تيمايوس » الأفلاطونية الفلسفية • كما يقوم المؤلف بتحليل عمليـة «الفهم» وتقسيمه الى مرحلتين : الفهم بالعقل والفهم بالقلب•وقد تطرقت المحاورات الى موضوع تسرب الخلافات السياسية والعنصرية الى المناقشات العلميـــة ، والتي قد تؤدى (فى نظـر المتحـاورين) الى وأد الأفـكار العلمية النيرة •

ولم يخل الكتاب من بعض النواحي الاجتماعية في تناول المؤلف الفرق بين نظرة كل من الانســـان الألمانى (البروسى) والاسكندنافى (الدانيمركى) الى الخصائص الجماعية « الشرف والنزاهة •• » وأن الألمانى يؤكد أن هذه الخصائص تؤدى الى خلق الشعور القومى • بينما يرى الاسكندنافي أن الحاكم يستغل هذه الخصائص لتحقيق مآربه التوسعية والدكتاتورية •

وتكررت محاورات المؤلف مع كبار العلماء مثل « البرت اينشتين » وكان الجزء الاكبر منها مع العالم الدانيمركى « نيلز بوهر » • والتى من كثرتها كادت ان تصيبها بالعقم الفكرى ، بحيث انه عندما ذهب بوهر فى رحلة تزحلق على الجليد فى فبراير ١٩٢٧ جلس هيزنبرج للتفكير وحيدا وتوصل فى النهاية الى مبدأ عدم الحتمية ، وهو كما ذكرنا من أهم المبادىء التى تحكم علم ميكانيكا الكم والفيزياء الذرية ، بالاضافة الى دوره فى الفلسفة •

وتعرض المؤلف الى العلاقة بين العلم والدين وخلص الى انهمـــا ينتميان الى مجالين مختلفين ، فالأول يتناول « الصواب والخطأ » ، أمـــا الثانى فيتعلق « بالخير والشر » • وعلى ذلك فلا تعارض بينهما • غـير انه فى محاوراته مع العلماء حول هذه القضية ظهر بينهم من يرى أن الدين يعنى بحقيقة موضوعية ، وعلى ذلك فلابد وأن يخضع لمقاييس الحقيقة فى العـــلم • كما لم يغفل المؤلف عرضه للعـلاقة بين البيولوجيا والفيزياء أو تعرضه لنظرية داروين •

وكان من أجمل ما تعرض له « هيزنبرج » فى كتابه محاوراته مع الفلاسفة فى موضوعات متناثرة وعلى رأسها فلسفة « كانط » ، وكان رأى الفلاسفة أن « العلة والفعل » هما ادوات التفكير فى أى فرع من فروع العلم ، فاذا أخلت ميكانيكا الكم بهذا القانون فقد فشلت فى أن تصبح علما • وقد حاول علماء الفيزياء تفسير هذا التناقض بتحـــديد تعريف « الشىء » وهو ما لا يتفق مع « الذرة » لأننا لا نراها ، وبالتالى يمـكن استثناء علم « ميكانيكا الكم » من قانون « العلة والفعل » •

ومن دور المؤلف في الحرب العالمية الثانية اشار الى التقدم العلمى فى ألمانيا النازية في بداية تلك الحرب ، وتردد العلماء الألمان بين البقاء في بلدهم أو الهجرة الى الولايات المتحدة • ورغم وجود « هيزنبرج » فى الولايات المتحدة فى اغسطس ١٩٣٩ الا انه قرر العودة الى بلاده التى يعلم أنها ستبدأ حربا مع جيرانها ، ويعلم بأن نتيجتها ســـــوف تكون الهزيمة لان ميزان التقدم التكنولوجي في غير صـــــالحها • وكان دور « هيزنبرج » كجندى فى الجيش الألمانى خلال الحرب العالمية الثانية العمل فى مركز قيادة تسليح الجيش فى برلين مع مجموعة من الفيزيائيين الذريين وذلك بهدف تطوير الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية ، والتى لم تسفر عن تقدم ملحوظ بسبب عدم اقتناعهم بما يقومون به • وعلى الرغم من ذلك فقد قبض على « هيزنبرج » بواسطة الحلفاء في مايـو ١٩٤٥ وظل اسيرا حتى يناير ١٩٤٦ •

وقد أعرب المؤلف عن صدمته الشديدة لالقاء القنبلة الذرية عـلى هيروشيما ، كما أدى هذا العمل الى اكتئاب زميله العالم « اوتوهان » وهو العالم الذى اكتشف الانشطار النووى قبل الحرب واستغل الامريكيون هذا الاكتشاف فى التوصل الى القنبلة • وقد أدى هذا الموقف الى بدء محاورات بناءة بين العلماء عن مدى المسؤولية الأدبية والنفسية التى يشعر بها العالم الذى يكتشف أو يخترع عندما يكون الاكتشاف أو الاختراع سببا فى دمار البشرية •

وتعرض المؤلف الى دوره بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية فى رسم السياسة العلمية لاعادة بناء المانيا ماديا واجتماعيا وثقافيا وفكريا ، وهو دور ممتاز يتسم بالوطنية والاخلاص • فقد كان لهيزنبرج وامثاله الفضل فى نهضةألمانيا نهضة علمية رائعة •

وفى جميع تلك المحاورات والقضايا التى تعرض لها المؤلف يتناول الكتاب الظروف والملابسات التى تم التوصل فيها الى كثير من القوانين الطبيعية التى بنيت عليها الفيزياء المعـاصرة كما يقـوم بالاشـارة الى مضمونها ، ومناقشة العلاقة بين هذه القوانين الجديدة وقوانين طبيعية آخرى ، وفى هذا الصدد يبرز المؤلف أن النمو المطرد للعلم ينبع أيضا من صراع الأجيال المستمر ، وهو لا يقف حيث يتوقف الآخرون أمامه مهما كانت قدراتهم العلمية الفذة • واذن فان العـــلم أو بالتحديد مقدار ما يعرفه الانسان عن الكون بكل ما فيه ومن فيه هو عملية ديناميكية مستمرة تنتقل من حضارة الى أخرى وتزدهر من خلال الصراعات داخل الحضارة الواحدة وبين الحضارات المختلفة •

المترجـــم :

هو الدكتور محمد أسعد عبد الرؤوف الذى بدأ حياته العلمية معيدا بجامعة عــين شمس ثم نال درجة الماجيستير من نفس الجامعة وســافر الى ألمانيا الغربية منذ ثلاثــة عشر عــاما ،وظل يتنقــل بين جامعاتهــا أستاذا للفيزياء الذرية • والى جانب مركزه العـــلمى فان الدكتـــور عبد الرؤوف يمتاز بالثقافة والفكر ، وقد تجــلى ذلك فى اختياره لهــذا الكتاب المتميز ليقــوم بترجمته من الألمــانية الى العـــربية وذلك حتى يتيح لقراء العربية التعرف على الفكر الألمانى الفلســـفى والعلمى من أرقى منابعه •

وقد توخى الدكتور عبد الرؤوف فى هذه الترجمة اضافة التفسيرات اللازمة والتى قد تكون غائبة عن ذهن القارىء العربى فى نهاية الصفحات واستخدم مصطلحات وتعبيرات جديدة كلما تطلب الأمر ذلك •

وقد قام المترجم باضافة تعبيرات وأسماء الأشخاص والأماكن باللغة الألمانيــة وذلك حتى يتمكن القارىء العربى من معرفة مخــارج الكلمات والنطق الصحيح لها •

وقد أنهى المترجم الكتاب بقائمة بأســـماء الحاصلين على جائزة نوبل فى الفيزياء منذ بدايتها وحتى عام ١٩٧٢ ، والتى يتوسطها العالم « فيرنر هزنبرج » •

دكتور على حلمى موسى

القاهرة فى ١٩٨٦/٣/٣ •

مقـــدمة :

وأما بالنسبة للخطب ... التى ألقيت فقد كان من المستحيل لى كشاهد استماع أن أحفظ النص الحرفي لكل ما قيل .

وعليه فقـد تركت كل خطيب يتحـدث كأقرب ما يكون ـ فى ظنى ـ موافقا لظروفه وذلك بأن التزمت ـ بقدر الامكان ـ بالخط الفكرى لما قيل .

ثيوكيديس (١) Thukydides

العلم من عمل الانسان . تلك الحقيقة البديهية تهوى دائما فى عالم النسيان . وقد يكون ادراكها لازما لحصر الهوة بين الثقافتين الأدبية والفنية من ناحية وبين التكنولوجيا العلمية من ناحية أخرى . هذا الكتاب يتناول تطور الفيزياء الذرية خلال الخمسين سنة السابقة كما عايشه المؤلف .

من المعروف أن مصدر العلم هو التجارب العلمية وأنه ينشأ عن طريق المحاورات التى تتم بين المشتغلين به حـول تفسير مغزى هـذه التجارب . مثل تلك المحاورات يمثل المضمون الرئيسى لهذا الكتاب . والهدف اذن هو توضيح أن العلم لا يتأتى الا بالمحاورة . وبما انه من غير الممكن الترديد الحرفى للمحاورات التى دارت بين المؤلف وفيزيائيين آخرين بعد فوات تلك السنين(٢)فقد سمح المؤلف لنفسه ـ فى أماكن عديدة من الكتاب ـ بالتغاضى عن الدقة التاريخية لما قيل آنذاك والاكتفاء بأن يكون ذلك فى المكاتبات المسجلة . وبالرغم من ذلك فقد حرص المؤلف على أن تكون الصورة النهائية لمضمون المحاورات مكتملة الصحة أيضا فقد روعي فى سرد المحاورات الا تأخذ الفيزياء الذرية الجانب الأكثر

(١) مؤرخ اغريقى ولد فى أثينا عام ٤٦٠ قبل الميلاد .
(٢) بين عام ١٩٢٠ وعام ١٩٧٠ تقريبا .

أهمية بالمقارنة بالقضايا الانسانية الفلسفية والسياسية والمؤلف يأمل أن تتضح من خلال ذلك العلاقة بين العلم وتلك القضايا العامة •

لقد توخيت في الكتاب أن أذكر معظم الأشخاص بأسمائهم الأولى دون ألقابهم وذلك أحيانا لأنهم لم يلعبوا دورا في الحياة العامة وأحيانا أخرى لابراز طبيعة العلاقة بينهم وبين الكاتب • أيضا فانه لمنع الانطباع بأن هذا الكتاب ترديد للوقاية التاريخية المختلفة فقد تغاضى المؤلف عن اعطاء معلومات دقيقة حول هؤلاء الأشخاص واقتصر على أن القارىء سوف يتعرف عليهم ــ بنحو أو آخر ــ عن طريق الحديث معهم •

لقد أولى المؤلف أهمية كبرى للظروف التي تمت فيها تلك المحاورات حتى تتجلى للقارىء بوضوح عملية انشاء العلم ويظهر له كيف أن التعاون المشترك لاناس شديدى الاختلاف يمكن أن يؤدى الى نتائج علمية بعيدة المدى •

لقد ركز المؤلف أيضا على اعطاء القراء الغير مشتغلين بالفيزياء الذرية الحديثة انطباعا حول طريقة التفكير التي صاحبت انشاء هذا العلم • على أنه ينبغي التحذير بأن خلفية المحاورات تقوم في كثير من الأحيان على علاقات رياضية مجردة لا يمكن الالمام بتفاصيلها دون دراسة أكاديمية مركزة •

أخيرا فان المؤلف قد التزم بهدف آخر من وراء المحاورات وهو اظهار أن الفيزياء الذرية المعاصرة قد أدت الى مناقشة قضايا أساسية في ميادين الفلسفة والأخلاق والسياسة وقد توخى المؤلف من خلال ذلك أن تتسع دائرة المشتركين في هذه المناقشة • ولعل هذا الكتاب يكون أداة ناجحة لذلك •

١ ـ المقابلة الأولى مع علم الذرة
(١٩١٩ ـ ١٩٢٠)

لعل ذلك كان فى ربيع عام ١٩٢٠ ، حين أدت نتائج الحرب العالمية الأولى بأبناء بلدنا الى حالة من عدم الاستقرار فأصابت شيوخنا المنخدعة بالشلل التام وتشكل الشباب فى تجمعات صغيرة وكبيرة بهدف البحث عن طريقه الخاص أو على الأقل من أجل أن يجد مؤشرا جديدا يهتدى به بعد أن تحطمت كل المؤشرات القديمة هكذا وجدت نفسى فى أحد أيام الربيع المشمس أتجول مع مجموعة من عشرة رفاق ـ معظمهم يصغرنى عمرا ـ خلال المرتفعات الجميلة على الساحل الغربى لبحيرة شتارنبرج حيث تجلت للناظر خلال ثغرة الخضرة الزاهية على الجانب الآخر للجبال الخلفية شديدة الامتداد • انه من الغريب حقا أن تتم فوق هذه الجبال أول محاورة فى حياتى عن عالم الذرة • تلك المحاورة التى تعمق أثرها فى كل حياتى العلمية اللاحقة •

لعل من واجبى لتوضيح الأسباب التى أدت الى اثارة مثل هذه المحاورة الجادة بين مجموعة من الشباب العابث المتفتح لجمال الطبيعة الفتان أن أذكر بأن العناية المنزلية والمدرسية التى أحاطت بهؤلاء الشباب أثناء السلم قد فقدت كل أركانها خلال الحرب وأنه قد نشأ عوضا عنها ذلك الاستقلال الفكرى الذى يتجلى فى هذه المحاورة بين مجموعة من الشباب

التي وثقت في ذاتها حتى وان سلمنا بأن الأسس النظرية لمثل هذه المحاورة كانت منعدمة ٠

على بعد خطوات من مسيرتنا كان أمامي شاب أشقر ـ كنت قد كلفت من قبل والدي برعايته في الواجبات المدرسية ـ وأتذكر أنه قام في العام السابق لذلك ـ وهو في سن الخامسة عشر ـ بتزويد المقاتلين في الشوارع بالمؤن بينما كان والده يرقد بصحبة مدفعه خلف نبع فيتيلسباخر Wittelsbacher في ميونخ (Munchen) ٠ آخرون من مجموعتنا ـ وبينهم أنا ـ كنا نعمل كصبية في الحقول في أراضي بافاريا العليا ٠ ومن هنا لم تكن الرياح الهادئة التي صاحبتنا في رحلتنا غريبة علينا ولم يتملكنا الخوف من أن ننطلق بأفكارنا الخاصة حول قضايا الفيزياء الغامضة ٠

لعل السبب الرئيسي للمحاورة الأولى هو أنني كنت أستعد للامتحان النهائي لدراستي الثانوية الذى كان يجب أن يعقد في الصيف التالى ، وأنني أستعذب المناقشة مع صديقى كورت حول القضايا العلمية المختلفة ٠ ذلك الصديق الذى شاركني كثيرا من اهتماماتي وكان يرغب أن يصبح مهندسا ذات يوم ٠ ينتمى كورت الى أسرة بروتستانتية ربها ضابط في الجيش الألماني ٠ وأذكر أنه كان رياضيا بارعا ورفيقا يمكن الوثوق به ٠ كما أذكر أيضا أنه في عام ١٩١٩ ـ عندما حاصرت القوات الحكومية مدينة ميونخ وبينما كنا قد فقدنا كل مواردنا الغذائية ذهبنا أنا وأخى مع كورت فوق دراجته خلال خطوط القتال الى جارشينج (Garching) وعدنا بعد ذلك بجوال ملىء بالمواد الغذائية المختلفة خصوصا الخبز والدهن ٠ ولذلك فقد أدت تلك المغامرات المشتركة الى خلق قواعد متينة الاخلاص بلا حدود وتفهم مبكر بيننا ٠ في تلك اللحظات من رحلتنا تعرضت لموضوع اهتمامنا المشترك وهو القضايا العلمية المعاصرة ٠ لقد أخبرت كورت أننى قد اصطدمت في كتاب الفيزياء برسم توضيحى يبدو لى كأنه قفشة سخيفة ٠ كان الرسم يمثل الموضوع الرئيسى في علم الكيمياء حيث تتحد مادتان منتظمتان كيميائيا لتكوين مادة منتظمة أخرى : مثلا فان عنصر الكربون يتحد مع عنصر الأكسجين لتكوين حامض الكربون ٠ يشرح الكتاب القوانين المصاحبة لمثل هذه العمليات بأن يفترض أن الأجزاء الصغرى لأحد العناصر (الذرات Atome) تتحد مع الأجزاء الصغرى للعنصر الآخر على شكل مجموعة ذرية أو ما يسمى بالجزىء (Molekul) ٠ ومن هنا فان جزىء حامض الكربون يتكون من ذرة كربون وذرتين من الأكسجين ٠ لمزيد من التوضيح زود

الكتاب رسما لهذه المجموعات الذرية ولتفسير الأسباب التى أدت الى أن ذرة الكربون وذرتى الاكسجين يتحدن لتكوين جزىء حامض الكربون زود الراسم الذرات المختلفة بخطافات وحلقات تتم عن طريقها عملية الاتحاد لتكوين الجزىء • مثل هذا التفسير بدا لى هراء محضا ، وذلك لأن الخطافات والحلقات أدوات عشوائية يمكن أن تأخذ أشكالا مختلفة حسب الهدف التكنولوجى الذى ستستخدم فيه بينما يجب أن يكون مبعث أشكال الذرات « قانونا طبيعيا » (Naturgesetz) كما أن اتحادها لتكوين الجزئيات يجب أن يتم وفقا لقانون طبيعى ، ومن هنا ينبغى ألا تكون هناك أشكال عشوائيةمثل الخطافات والحلقات •

كورت : « ان لم تعتقد فى الخطافات والحلقات ـ واننى لأشك فى صحتها كذلك ـ يتحتم عليك قبل كل شىء أن تدرك أى نوع من التجارب(١) أدى بالرسام الى تمثيلها بهذه الصورة • ذلك أن العلم الحديث ينطلق من التجارب وليس من التأملات الفلسفية • وعلينا أن نسلم بالخبرة التجريبية ما دامت طريقة الحصول عليها موثوقا بها ، أى ما دامت قد تمت بعناية كافية • يتفق الكيمائيون ـ على قدر ما أعرف ـ على أن الأجزاء الأولية فى أى « اتحاد كيميائى » تظهر دائما فى تناسب وزنى محدد • ان ذلك فى حد ذاته مثير للعجب • وعليه فانه حتى لو سلمنا بوجود الذرة ـ أو بمعنى آخر بوجود « الجزء الأصغر » لكل « عنصر كيميائى » ـ فانه لا توجد قوى كتلك التى نعرفها فى الطبيعة يمكن أن نفسر بها لماذا تجذب كل ذرة كربون ذرتى أكسجين فقط وتتحد معهما كيميائيا • لو أن هناك قوة تجاذب بين كلا النوعين من الذرات فلماذا لا يتم من وقت لآخر مثلا اتحاد ذرة الكربون مع ثلاث ذرات اكسجين ؟! •

هيزنبرج : « لعل ذرات الكربون أو ذرات الأوكسجين لها أشكال تمنع « لأسباب مكانية » (raumliche Anordnung) وقوع مثل هذا الاتحاد » •

كورت : « اذا افترضنا هذا ـ وهو ما يبدو مقبولا للعقل ـ فاننا نكون اذن قد وصلنا مرة أخرى الى الخطافات والحلقات التى توجد فى الكتاب المدرسى • لعل الرسام أراد بهم أن يعبر عن هذا الذى قلته • وذلك لأنه لا يعرف الشكل الدقيق للذرات • لقد رسم

---

(١) فى كل انحاء الكتاب استخدمت كلمة « تجربة » كترجمة للكلمة «Erfahrung» بمعنى خبرة فى مجال معين وكلمة « تجربة عملية » كترجمة لكلمة «Experiment"

الخطافات والحلقات ليبين أن هناك أشكالا معينة تؤدى الى أن ذرتى أكسجين ــ وليس ثلاثة ــ يمكن أن تتحدا مع ذرة كربون واحدة » ٠

هيزنبرج : « جميل جدا ! » انك تقر بأن الخطافات والحلقات تعد هراء ٠ ولكنك تقول أن الذرات لها أشكال محددة ــ وفقا « للقانون الطبيعى » المسئول عن تواجدها والذى يؤدى أيضا الى الاتحاد المشار اليه ٠ ثم انك تقول أيضا أننا لا نعرف هذه الأشكال كما أن الرسام ليست له دراية بهما ٠ وكل ما نعرفه عن هذه الأشكال الآن هو أنها لا بد وأن تؤدى الى أن ذرة الكربون تتحد سويا مع ذرتى أكسجين وليس ثلاثة ٠ لقد اكتفى الكيمائيون فى هذا الصدد باستخدام المصطلح « فالينس Valence » ــ أو « القدرة الذرية » (١) ــ ولكن علينا أن نثبت ما اذا كان ذلك مجرد كلمة أم أنه مصطلح يجب استعماله فعلا » ٠

كورت : « يبدو أنه شىء أكثر من مجرد كلمة ٠ ذلك أنه فى حالة عنصر الكربون نجد أن القدرات الذرية الأربعة المزود بها ، والتى تشبع كل اثنتين منها القدرتين الذريتين المزودة بها ذرة الأكسجين ، ترتبط « بالتمثيل الرباعى » لذرة الكربون ٠ واذن فربما يكمن خلف هذا التمثيل بعض من المعرفة التجريبية حول أشكال الذرة وهو شىء أكثر من المعلومات التى لدينا الآن » ٠

وهنا قطع المحاورة رفيقنا روبرت Robert الذى كان يسير بجوارنا فى صمت حتى الآن ٠ كان لروبرت وجه نحيف قوى الملامح تعلوه الخصلات الكثيفة من الشعر الداكن ويبدو للوهلة الأولى وكأنه هادىء الطبع قليل الحديث ٠ واننى لأذكر أنه قلما اشترك فى الأحاديث الصاخبة التى تصاحب عادة مثل هذه الرحلات ٠ ولكن كلما أردنا الاستمتاع بقصيدة من الشعر فى المساء داخل خيمتنا أو قبل وجباتنا الغذائية توجهنا اليه حيث لم يكن بيننا من له دراية بالشعر الألمانى أو المؤلفات الفلسفية مثله ٠ كان يلقى الشعر بيسر شديد ، بلا كلفة لغوية بحيث يصل مضمونه الى أقلنا حبا للشعر ٠ الطريقة التى يتحدث بها ، والهدوء المتصل الذى يعبر به يلزم بالخشوع ٠ حتى كلماته كانت تبدو لنا جميعا وكأنها أكثر وزنا من كلمات الآخرين ٠ حقا لقد كنا نعرف

---

(١) يقصد بها قدرة الذرة على الاتحاد بذرة أو ذرات أخرى Valenzelektron هو الاليكترون الموجود فى المدار الخارجى لذرة ما ٠ ويستخدم أحيانا فى اللغة العربية مصطلح « المكافىء الكيمائى » للتعبير عن « القدرة الذرية » ٠

عنه المدى البعيد لاهتمامه بدراسة الكتب الفلسفية الى جـوار كتبنا المدرسية • لم يكن روبرت اذن راضيا عن سير المحاورة بينى وبين كورت ومن ثم فقد انطلق قائلا :

روبرت : « يبـدو أن معتقداتكم العلمية التى تعتمد بكل بسـاطة على التجريب قد أدت بكم الى الاعتقاد بأن الحقيقة قد صارت فعلا فى متناول أيديكم • ولكن اذا أمعنا النظر فيما يحدث حقـا فى كل تجربة تجلى لنا ان الطريقة التى يتم بها ذلك قابلة للتنفيذ • ان ما تقولونه فى الواقع هو أفكاركم • من خلالها فقط تحصـلون مباشرة على المعرفة ، ولكن الأفكار ــ كما هو بديهى ــ ليست كامنة فى الأشياء نفسها • انه من المسلم به أننـا لا نسـتطيع أن ندرك « الأشـياء » مبـاشرة ومن ثم يتحتم علينا أن نحولهـا أولا الى « تصورات » (Vorstellungen) ثم أخيرا نستخلص منها « المفاهيم » (Begriffe) المناسبة • ان ما يتدفق علينا من الخارج خلال عملية « الادراك الحسى » (Sinnliche Wahrnehmung) هو خليط غير منتظم من الانطباعات المختلفة التى ليس لها صـلة مبـاشرة بالأشكال والصفات التى ندركها بعد ذلك • مثلا اذا رأينا مربعا فوق قصاصة من الورق فانه لن يتكون أى شىء من الهيكل المناظر لمربع فوق عيوننا أو فى خلايانا الحسية • فضلا عن ذلك فانه يتحتم علينا لا شعوريا مصاحبة « الانطباعات الحسية » بتصـور ما وتحويلها الى صورة مليئة بالمعنى • فقط بواسطة هذا التحويل والتنسيق للانطباعات الفردية الى شىء مفهـوم تتم عملية ادراكنا لها • ومن هنا ينبغى علينا أن نختبر أولا من أين أتت الصور الخاصة بتصوراتنا وكيف نستطيع التعبير عنها ، وما هى علاقاتها الفعلية بالأشياء ، وذلك قبل أن نطلق أحكامنا بكل هذه الثقة على تجاربنا • ذلك أن التصورات تسبق دائما التجارب بل انها تمثل الضمانات الرئيسية لها » •

هيزنبرج : « ألا تنبعث التصورات ــ تلك التى تفصلها بكل هذه الحدة عن موضوعات الادراك ــ نفسها من التجارب ؟ • لعل ذلك لا يتم بطريقة مباشرة ولكن بطريقة غير مباشرة ، مثلا بواسطة التكرار المستمر لمجموعات مماثلة من الانطباعات الحسية أو بواسـطة العلاقات بين الشواهد الخاصة بالحواس المختلفة ؟

روبرت : « ان هذا لا يبدو لى بأى حال مؤكدا ، بل انه لا يبدو حتى

مفهوما . لقد كنت أقرأ منذ أيام كتابات الفيلسوف ماليبرانشي(١) (Malebranche) وهناك وجدت موضعا يرتبط بالقضية التي نحن بصددها . ان ماليبرانشي يفرق بين ثلاثة احتمالات لتكوين التصورات . الأول : هو ذلك الذي ذكرته أنت الآن ، أي أن المرئيات تكون التصورات مباشرة في العقل الانساني وذلك عن طريق الانطباعات الحسية . مثل هذا الرأي يرفضه ماليبرانشي ، وذلك لأن الانطباعات الحسية تختلف كيفيا عن الأشياء وأيضا عن التصورات الملازمة لها . الاحتمال الثاني هو أن العقل الانساني يملك التصورات من الأصل أو أنه بذاته يملك القوة على بناء التصورات وفي هذه الحالة يتذكر العقل عن طريق الانطباعات الحسية ما لديه من التصورات . أما الاحتمال الثالث وهو ما يتبناه ماليبرانشي فهو أن العقل الانساني يشترك مع « البصيرة الالهية » (gottliche Vernurft) انه على صلة بالاله (٢) (Gott) ومن ثم فان قدرته على التصور تنبعث من الاله الذي منحه كل الصور والأفكار التي يمكنه بها أن ينسق ويفرق عقليا بين كل الانطباعات الحسية » .

عندئذ غطت علامات عدم الرضا كل وجه كورت وانطلق قائلا :

كورت : « أنتم ، معشر الفلاسفة سرعان ما تنحون الى علم الأديان فكلما أصبح الأمر في موضع ما معضلا تسمحون لظهور « المبهم الأكبر » (der grosse Unbekannte) الذي يقوم ذاتيا بحل كل المعضلات. ولكن ذلك لا يبدو مقنعا لي الآن . عندما أثرت سؤالك توا . فانني وددت أن أعرف كيف يتوصل العقل الانساني الى تصوراته ، أقصد في العالم الواقعي الذي نعيش فيه فعلا وليس في عالم خيالي آخر ؟ ذلك أن العقل والتصورات كائنان بالفعل في هذا العالم . اذا كنت لا ترغب في التسليم بأن التصورات تنبعث ببساطة من التجارب ، فانه يتحتم عليك أن تفسر كيفية امكانية أنها قد منحت للعقل الانساني منذ البدء . هل التصورات – أو على الأقل القدرة على بنائها – التي عن طريقها يتعرف الطفل على العالم تعد مثلا شيئا فطريا ؟ اذا زعمت ذلك فانه يستدل عقليا أن التصورات تعتمد على

---

(١) نيكول فرانس ماليبرانشي ، فيلسوف فرنسي (١٦٣٨/٨/٦ – ١٧١٥/١٠/١٣) من اتباع مدرسة ديكارت .

(٢) يرى المترجم أن كلمة Gott في الألمانية ، God في الانجليزية ، Deus في اللاتينية تناظر كلمة الاله في لغتنا .

تجارب الأجيال السابقة • وهنا فانني أستطيع القول أنه ما اذا كانت التجارب المدعاة هي تجارب الانسان بذاته أو تجارب الأجيال السابقة له ، ذلك لا يبدو مهما لي » •

روبرت : « لا ، انني أقصد هذا حتما • ذلك أنه ـ من ناحية ما ـ من المشكوك فيه أصلا أن العلم المكتسب ، أو نتائج التجارب ، يمكن ارثه • ومن ناحية أخرى ، فانه من الممكن أيضا التعبير عما يعنيه ماليبرانشي دون الاستعانة بعلم الأديان ، وبالتالي قد يتوافق هذا مع علمكم الحالي • دعني أحاول ذلك الآن • لعل ماليبرانشي يود أن يقول : ان « النزعات » (Tendenzen) ذاتها المسئولة عن التنظيم المرئي لهذا العالم والمسئولة عن القوانين الطبيعية وعن خلق العناصر الكيميائية وخواصها وعن بناء البللورات وعن بعث الحياة وما عدا ذلك ، هي نفس النزعات المسئولة عن خلق العقل الانساني والنشطة فيه وهي التي تجعل التصورات مناظرة للأشياء وتمهد لامكانية التفرقة العقلية بينها • انها المسئولة عن كل « التركيبات » (Strukturen) الموجودة والتي تنقسم بعد ذلك الى « موضوعية » (objectiv) ـ « الشيء » (das Ding) ـ و « ذاتية » (Subjectiv) ـ « التصور » (die Vorstellung) بعد أن نعتبرها من جانبنا الانساني وبعد أن تثبت في عقولنا •

لقد عني الجزء من مبدأ ماليبرانشي الخاص بالرأى المقبول من علمكم ـ أى أن التصورات تستند الى التجارب ـ بأن القدرة على بناء التصورات قد نشأ في مراحل التطور المختلفة عن طريق العلاقة بين الأعضاء (Organismen) والعالم الخارجي (die aussere Welt • ولكن ماليبراشي يؤكد في نفس اللحظة على أن ذلك يرتبط بمجموعة من العلاقات (Zusammenhange) التي لا يمكن ببساطة تفسيرها من خلال سلسلة من العمليات الأولية المعضلة منذ البدء • ان ثمة اذن ـ كما هو الحال في خلق البللورة أو المخلوقات الحية ـ تركيبات راقية ذات « صفات ملازمة » (morphologische characters) تؤثر في هذه الحالة ولا يمكن تفسيرها بوضوح عن طريق مفهومي « العلة » (Ursaine) أو « الفعل » (Wirkung) • واذن فان قضية ما اذا كانت التجربة سابقة للتصور أو العكس تبدو وكأنها ليست أكثر تعقلا من القضية القديمة عما اذا كانت الدجاجة تسبق البيض أو العكس •

وبالرغم من كل هذا فانني لم أرغب في الاضرار بحديثكم حول الذرات • كل ما أردته هو التحذير فقط من الحديث ببساطة عن التجربة

اثناء تناولكم لهذا الموضوع • ذلك أنه من المحتمل أن تكون الذرات ـ التى لا يمكن النظر اليها مباشرة ـ ليست أشياء بسيطة ولكنها تنتمى الى مجموعة « التركيبات البدائية » (fundamentalere Strukturen) التى لا يمكن لديها الفصل بين التصورات والشىء ذاته • بالطبع فانه لا يمكن أخذ الخطافات والحلقات فى الكتاب المدرسى مأخذا جادا ، وذلك يعتبر سارى المفعول على كل صور الذرات التى توجد من آن لآخر فى الكتابات العامة مثل هذه الصورة ـ التى أعدت فى الأصل لتسهيل عملية الفهم ـ تزيد الموقف غموضا • اننى أعتقد أنه علينا أن نلزم الحذر بالنسبة لمصطلح « شكل الذرة » الذى ذكرته أنت منذ لحظات • فقط عندما تأخذ فى الاعتبار المعنى العام لكلمة « شكل » ـ كما هو الحال فى كلمة « تركيب » التى استخدمتها سالفا ـ فانه يمكننى التوافق بعض الشىء مع هذا المصطلح » •

عند هذا المنعطف من محاورتنا تذكرت فجأة موضوعا قرأته فى العام السابق كان قد استأثر على كل اهتمامى آنذاك بالرغم من أنه قد ظل مبهما بالنسبة لى فى كثير من أجزائه • كان ذلك يدور حول محاورة أفلاطون (١) المسماة « تيمايوس » (Timaios) التى يدور فيها التفلسف حول الجزء الأصغر من المادة •

هكذا بدا لى مفهوما لأول مرة من خلال كلمات روبرت ـ حتى وان كان ذلك بطريقة غير كاملة الوضوح ـ ان الانسان يستطيع أن يصل عن طريق الأجزاء الصغيرة للمادة الى تلك التركيبات الفكرية المعقدة والغريبة، تماما كتلك التركيبات التى تعرفت عليها فى محاورة تيمايوس الأفلاطونية • لم يكن ذلك لأن هذه التركيبات ـ التى كنت قد أعتبرتها فى أول الأمر مدعاة للسخرية ـ قد بدت فجأة معقولة ولكن لأننى رأيت فى هذه اللحظة لأول مرة الطريق أمامى الذى يؤدى ـ ولو من الناحية المبدئية ـ الى مثل هذه التركيبات • لكى أفسر كيف أن ذكرياتى عن تيمايوس قد غدت فى هذه اللحظات ذات أهمية فائقة ، يلزمنى التطرق الى الظروف الغريبة التى قمت أثناءها بقراءة هذه المحاورة •

فى ربيع سنة ١٩١٩ اجتاحت ميونخ الأوضاع الفوضوية • كان اطلاق النار يتم فى الشوارع دون أن نعرف من يقاتل ضد من • السلطة الحكومية تبدلت بأسماء وسلطات ليست معروفة لنا • السلب والنهب ـ

---

(١) Plato شاعر وفيلسوف اغريقى ولد فى أثينا فى عام ٤٢٧ قبل الميلاد ومات فى عام ٣٤٧ ق•م •

الذين عانيت شخصيا من آثارهما ـ كانا قد أدى الى الاعتقاد بأن الجمهورية الشيوعية مرادف للأوضاع الفاسدة • وهكذا فانه عندما تكونت أخيرا خارج ميونخ جمهورية بافاريا أخرى ووكلت لقواتها عملية احتلال المدينة صار أملنا موجها الى أن تعيد هذه الجمهورية الأوضـــاع الى مسارها الصحيح • تولى والد صديقي ـ الذى عاونته فى واجباته المدرسية ـ قيادة تجمع الفدائيين بعملية احتلال ميونخ • لقد أمرنا ـ نحن أصدقاء ابنه الأكبر سنا ـ العمل كمجموعة دفاع مدنى لتعضيد مؤخرة القوات المحاربة • وعليه فقد انتظمنا فى مجموعة تدعى « فرقة الرعاية الشرفية » التى كان مركز تجمعها يقع فى مقر الحلقة العلمية للرهبان أمام مبنى الجامعة فى شارع لودفيج • فى هذا المكان خدمنا وهناك خضنا مغامرات بلا حدود • لقد تحررنا مرة أخرى من المدرسة وأردنا استغلال تلك الحرية لمعرفة العالم من ناحية جديدة •

لقد زودت هذه الأيام الصعبة مجموعة الأصدقاء التى رحلت معها عاما بعد ذلك بجوار بحيرة شتارنبرج بالمبادىء الأساسية لترابطهما • لم تستمر تلك الحياة المليئة بالمغامرات الا بضعة أسابيع قليلة ، تلتها ـ بعد انتهاء القتال ـ الأعمال الرتيبة التى اقتصرت بالنسبة لى على الخدمة فى مركز التليفونات •

وأذكر أننى لكى أستعد مرة أخرى للمدرسة كنت قد عزلت نفسى فوق سطح مقر الحلقة العلمية للرهبان ومعى واجبى المدرسى فى اللغة اليونانية حول المحاورة الأفلاطونية • واذن فقد كنت أتابع بهدوء دراستى فوق السطح مع أشعة الشمس الدافئة ، وفى الليل أقوم بمراقبة الحياة الساهرة فى شـــارع لودفيج • ربما حدث فى مثل هـــذا الصباح حيث أشعة الشمس المشرقة تسقط فوق واجهة مبنى الجامعة وتختلط سلوكها الذهبية مع المياه المنبعثة من النافورة الواقعة أمامها حين وقع نظرى عـلى محـاورة « تيمايوس » بل وبالتحديد على الموضـع الذى يتناول قضية « الجزء الأصغر » من المادة • لعل هذا الموضع قد جذبنى اليه لأنه كان من الصعب ترجمته أو لأنه كان يدور حول المسائل الرياضية التى حازت على اهتمامى دائما • لا أعرف الآن الأسباب التى كرست من أجلها كل عملى فى هذا الجزء من النص ، ولكن كل ما أعرفه هو أن كل ما قرأته هناك بدى لى ســخيفا ومضحكا • لقد راعنى هنـــاك الزعم القائل بأن « الأجزاء الصغرى » للمادة توجد على شكل « مثلثات قائمة الزاوية » يتحد كل زوجين منها لتكوين « مثلثات متساوية الأضلاع » أو « مربعات » ثم يؤدى ذلك الى تكوين « الجسيمات القياسية » ذات التركيب الموضوعى التى توجد على شكل « مكعب » ، « مجسم رباعى الأوجه » ، « مجسم ثمانى

الأوجه » أو « مجسم عشريني الأوجه » وهذه الجسيمات الأربعة تمثل الوحدات الاساسية للعناصر الأربعة « الأرض » ـ « النار » ـ « الهواء » و « الماء » • غير انه لم يكن واضحا بالنسبة لى ما اذا كانت « الجسيمات القياسية » تمثل فقط رموزا للعناصر المناظرة ، كأن يكون « المكعب » بالنظر الى « عنصر الأرض » ممثلا للتماسك والثبات فى هذا العنصر ، أو أن الأجزاء الصغرى لهذه العناصر تعتبر فعلا مكعبة الشكل • بالتأمل فى مثل هذه التصورات فقد اعتبرت أنها ارهاصات جامحة ترجع أكثر الظن الى نقص المعارف التجريبية لدى الاغريق • ومع ذلك فقد أرقنى بشدة أن فيلسوفا مثل أفلاطون ـ بقدرته الشديدة على التفكير النقدى الحاد ـ قد سقط فى مثل هذه الارهاصات • لقد حاولت جاهدا ايجاد أى من الأسباب المنطقية لجعل ارهاصات أفلاطون أكثر تقبلا لى ولكننى لم أستطع التوصل الى شىء ما • لقد فتننى وحسب أن الانسان يمكن أن يصل عن طريق « الأجزاء الصغرى » للمادة الى علاقات رياضية ، وأن فهم أى شىء عن تركيب الظواهر الطبيعية يتم فقط عن طريق اكتشاف المعادلات الرياضية المعبرة عنها • ولكن السبب الذى أدى بأفلاطون الى اقتراح « الجسيمات القياسية » ظل مبهما لى بل وانه بدا وكأنه لا يستحق التفسير • وبالرغم من ذلك فقد لازمتنى حالة الأرق •

ربما كانت النتيجة الهامة لهذه الدراسة هى الاقتناع بأنه لفهم الكون لابد من معرفة بعض الشىء عن « أجزائه الصغرى » • لقد علمتنى كتبى المدرسية وبعض القراءات العامة أن العلم الحديث يقوم على الأبحاث الذرية ـ واذن فلعلى أستطيع مستقبلا فى دراستى الجامعية الدخول فى هذا العالم • هكذا كان شعورى آنذاك أصبح فيما بعد حقيقة واقعة •

استمرت حالة القلق بعدذلك فترة طويلة بل وأصبحت بالنسبة لى جزءا من حالة عدم الاستقرار التى انتابت الشباب الألمانى كله • اذا كان فيلسوفا من طبقة أفلاطون قد اعتقد فى نظم التفسير للظواهر الطبيعية كتلك التى فقدت صحتها بل وكل دعائمها الآن ، فما الذى تعنيه اذن كلمة « نظام » ؟ هل يرتبط كل نظام ومفهومه بزمان معين ؟ لقد ترعرعنا مثلا فى عالم بدا منظما لنا فتعلمنا من آبائنا الفضيلة التقليدية التى تعتبر أساسا لحفظ هذا النظام • لقد قيل لنا انه من المهم جدا فى لحظة معينة التضحية بالروح من أجل حماية هـــذا الوطن المنظم ، كان ذلك معروفا لدى الاغريق والرومان ولم يبد لنا وكأنه شيئا خارقا للعادة • بل ان موت الكثير من أصدقائنا وأقاربنا فى الحرب علمنا أن العالم موتور هكذا • لكن المأساة تجلت عندما خرج كثيرون من الناس بعد الحرب مباشرة يقولون ان الحرب فى ذاتها كانت اثما بل وكانت اثما من الطبقة

القيادية التى أحست بمسئوليتها عن حفظ النظام الأوربى التقليدى وتبنت ترسيخه أيضا حيثما تصادم مع التطلعات المخالفة · لقد تحطم التركيب السياسى القديم لأوربا بعد هزيمة ألمانيا وبالطبع لم يكن ذلك شيئا غريبا ، فحيثما توجد حرب توجد هزائم ، ولكن هل أدت الهزيمة الى جعل كل القيم المميزة للتركيب السابق محل تساؤل ؟ أو كانوا أولئك الذين ضحوا بأنفسهم فوق شوارع ميونخ على صواب عندما عارضوا اقامة نظام على الطراز القديم واقترحوا بدلا منه اعلان نظام مستقبلى لا يتضمن أمة بذاتها بل العالم بأسره ، بالرغم من أن أغلبية العالم خارج ألمانيا لم ترغب ولم تفكر فى انشاء مثل هذا النظام ؟ لقد تطاحنت كل هذه الاسئلة المحيرة فى رؤوس الشباب الألمانى ولم يتمكن شيوخنا من تزويده باجابات شافية عليها ·

لقد مررت فى الفترة بين قراءتى « لتيمايوس » والرحلة فوق المرتفعات المجاورة لبحيرة شتارنبرج بحادثة أخرى كان لها أثر عظيم فى تفكيرى بعد ذلك ويتحتم على الآن ذكر وقائعها قبل الرجوع الى الحديث عن عالم الذرة ·

بعد اشهر قليلة من احتلال ميونخ انسحبت القوات من المدينة وعدنا الى المدرسة مرة أخرى دون أن نفكر فى جدوى ما نفعله · وفى عصر يوم ما استوقفنى شاب لا أعرفه أثناء سيرى فى شارع ليوبولد وبادرنى قائلا : « هل تعرف أن الشباب سيجتمع فى الاسبوع القادم · فى قلعة « برون » (Prun) ؟ اننا جميعا نريد الذهاب الى هناك وربما ترغب فى الانضمام الينا · يجب أن نحضر جميعا · اننا نريد أخيرا أن نتدبر بأنفسنا كيف يجب أن يسير كل شىء » ·

كان لصوت هذا الشاب رنين لم أكن قد عهدته من قبل · ومن هنا فقد قررت السفر الى قلعة « برون » بصحبة صديقى كورت · وصلنا بعد رحلة طويلة بالقطار — الذى قلما سار فى ذلك الحين — الى « وادى الطاحونة القديم » (Altmuhltal) الذى يناظر مرفقا للتقاسيم الجيولوجية القديمة « وادى الدانوب » · غير أن الطاحونة القديمة قد أمعنت فى حفره حسب القوانين الفرانكية وكللت الوادى الرائع — كما هو الحال فى وادى الراين — بالحصون القديمة فى كل مكان · قطعنا الكيلو مترات الأخيرة المؤدية الى قلعة « برون » سيرا على الأقدام وما ان اقتربنا حتى رأينا الشباب يتجه من كل فج الى الحصن العالى الذى بنى بجسارة فوق الجرف الصخرى الهاوى على حافة الوادى · فى فناء القلعة الذى يتوسطه ينبوع الماء اليدوى تجمعت فرق كبيرة من الشباب بدا

أغلبهم من التلاميذ وبعضهم من الجنود الذين تحملوا فجيعة الحرب وعادوا بعدها الى عالم كل ما فيه قد تغير • لقد ألقيت خطب كثيرة فى موضوعات تكاد تثير اليوم تعجبنا ، منها ما يدور حول قضية ما اذا كان مصير شعبنا أهم لنا أو مصير العالم ، أو ما اذا كانت التضحية الكبرى لشهدائنا قد فقدت كل مغزاها خلال الهزيمة ، ومنها ما ينادى بأن من حق الشباب تنظيم حياتهم بأنفسهم وفقا لقيمهم الخاصة ، ومنها ما يتناول قضية ما اذا كان الصدق الداخلى للانسان أهم من الهياكل القديمة التى هيمنت على حياته لمئات السنين • كل هذه الموضوعات كانت محمل حديث ونقاش شديدين •

لقد كنت متشككا فى قدرتى على الخوض فى مثل هذه المجادلات ولكنى أطرقت السمع لها جيدا بينما أخذنى التفكير العميق فيا تقوله كل مجموعة • وعندئذ بدا لى أن الارتباك فى مضامين الخطب يؤكد أنه حتى النظم الحقيقية يمكن أن تكون فى تضاد ومن هنا فان الصراع بينها يؤدى الى حالة من عدم النظام • لكن ذلك يعد فى تقديرى ممكنا فقط اذا كانت تلك النظم تمثل تكوينات جزئية أو أجزاء فصلت نفسها من اتحاد النظام المركزى ولم تفقد قدرتها التكوينية من خلال ذلك بل فقدت توجهها الى الوسط • لقد كان عدم تواجد الوسط القوى المنظم مرهقا لى كلما أطلت الاستماع الى تلك الخطب بل انه كاد أن يقضى على كل قواى • ولكننى أقر هنا أيضا اننى شخصيا لم أكن قادرا على ايجاد الطريق الى مثل هذا الوسط خلال كل هذه الآراء الكثيفة المتنازعة • هكذا مضت الساعات بينما استمرت الخطب والمشادات الكلامية وبدأ الظل ينتشر فوق فناء الحصن ثم تلى النهار الحار غروب ملبد بالسحب الداكنة بعدها استمتعنا بليلة قمرية رائعة امتد الحديث بعد ذلك أيضا حتى ظهر فجأة فى شرفة القلعة شاب ممسك بآلة الكمان وهنا خيم الصمت فجأة وانطلقت معزوفة « أكورادى دو خاكوننى من مقام ـ أ الكبير » للموسيقار باخ (١) • هكذا صار الوصول الى الوسط الهادىء غير مشكوك فيه كان من الممكن أن تكون الطاحونة القديمة التى كستها أضواء القمر الزاهية مبعثا للفتنة الرومانسية ولكن الحال لم يكن كذلك • لقد رنت المقاطع الصافية للخاكونى وكأنها ريح باردة تمزق الضباب وتجعل التضاريس الحادة خلفه واضحة المعالم • ربما يمكن الآن الحديث عن منطقة الوسط لقد كان ذلك ميسرا فى كل زمان ، عند أفلاطون وعند باخ

---

(١) Johann Sebastian Bach (١٦٨٥/٣/٢١ ـ ١٧٥٠/٧/٢٨) •

في لغة الموسيقى أو الفلسفة أو الدين ومن هنا فلابد وأن يكون ممكنا الآن وفي المستقبل أيضا ٠

تلك كانت التجربة والدرس بعد كل هذا ٠

قضينا الجزء الباقي من الليل بجوار مستوقد للتدفئة ثم في خيام نصبناها فوق الحقول الخضراء القريبة من أعالي القلعة كما تيسر لنـــا الحصول على حجرة هادئة من خشب البلوط ٠ انضم عازف الكمان ـ وهو طالب جامعي ـ الى مجموعتنا وأخذ يعزف لنا مقطوعات لموتسارت(١). وبيتهوفن (٢) بالاضافة الى الألحان الشعبية الهادئة وحاولت من جانبي مصاحبته بجيتاري ٠ ومن حديثنا معه ثبت لنا أنه صديق مرح لا يدع مجالا لنقد طريقة القائه الحافلة لمقطوعة باخ وعندما حدث ذلك من أحدنا رد عليه بقفشة ساخرة ٠

لقد غمر النسيان أحداث تلك الليلة ورحلنا بعدها الى المرتفعـات المجاورة لبحيرة شتارنبرج حيث كانت محاورتنا حول عالم الذرات وحيث أظهرت ملاحظة روبرت حول فلسفة ماليبرانشي أن تجاربنا عن الذرات يجب أن تكون غير مباشرة وأن الذرات ليست أشياء ٠ ربما كان هذا أيضا ما رمى اليه أفلاطون في « تيمايوس » وبذلك تصبح ارهاصاته حول « الجسيمات القياسية » مفهومة على نحو ما ٠ بالمثل فانه عندما يتحدث العلم الحديث عن أشكال الذرات ، فانه يجب اعتبار كلمة « شـــكل » بمفهومها العام ، أي كتركيب في « الحيز » (٣) (Raum) «والزمان» (Zeit) أو « كصفات تماثل » (Symmetrie eigenschaften) لقوى معينة ، أو كاحتمالية للاتحاد بذرات أخـــرى ٠ مثل هذه التركيبات لا يمكن وصفها ظاهريا ، وذلك لأنها لا تنتمي الى « العالم الموضوعي للأشياء » (die objective Welt der Dinge) ولكن ربما يمكن التعبير عنها رياضيا ٠

لقد أردت معرفة المزيد عن الجانب الفلسفي لقضية الذرات فذكرت أمام روبرت النص في « تيمايوس » الأفلاطونية ٠ ثم سألته بعد ذلك ما اذا كان يتفق مع الرأي القائل بأن كل الاشياء المادية تتكون من ذرات

---

(١) Welfgang Amadeus Mozart (١٧٥٦/١/٢٧ ـ ١٧٩٧/١٢/٥) ٠

(٢) Ludwig Van Beethoven (١٧٧٠/١٢/١٧ ـ ١٨٢٧/٣/٢٦) ٠

(٣) يرى المترجم أن كلمة Raum بالألمانية ، أو Space بالانجليزية ، يمكن أن ترادف كلمات فضاء ـ فراغ ـ حيز في لغتنا ٠ غير أن كلمة حيز تعتبر أكثر قربا لاستعمال الكلمتين الأجنبيتين في مجال النظرية النسبية ، بالرغم من أن مفهومها في الفيزياء والفلك هو خليط من الكلمات الثلاثة

أو بمعنى آخر أن ثمة « أجزاء صغرى » ـ تدعى « ذرات » ـ يمكن تحليل كل المواد اليها · وهنا لاحظت أن روبرت لديه ارتياب شديد ضد كل عالم المصطلحات الخاصة بالتركيب الذرى للمادة وانطلق قائلا :

روبرت : « ان مثل هذا السؤال يبدو غريبا جدا لى · انه يأخذنى الى عالم بعيد عن واقعنا المباشر · اننى أشعر أن عالم الانسان وعوالم البحار والغابات أكثر قربا لى من عالم الذرات · ولكن بالطبع يمكن للانسان أن يتساءل عما يحدث اذا حاول تفتيت المادة باستمرار الى أجزاء أصغر فأصغر ، كما يتساءل الانسان مثلا عن وجود حياة فوق النجوم والكواكب التى تبعد مسافات طويلة عن مجموعتنا الشمسية · مثل هذه الأسئلة تبدو مقلقة لى بل لعلى لا أتطلع لمعرفة الاجابة عليها اطلاقا · اننى اعتقد أنه لدينا الكثير من الواجبات فى عالمنا هذا التى تعتبر أكثر أهمية من اثارة مثل هذه الاسئلة » ·

هيزنبرج : « اننى لا أرغب فى الحديث معك حول أفضلية الواجبات المختلفة للانسان · لقد كان العلم وما يزال من الاعمال المحببة الى نفسى ، كما اننى أعرف أن هناك كثيرا من الناس الجادين قد وجهوا كل اهتماماتهم نحو التوصل الى مزيد من المعرفة حول الطبيعة وقوانينها · ربما يكون نجاح هؤلاء الناس مفيدا بالنسبة للمجموعة البشرية ، ولكن ذلك على أى حال ليس محل اهتمامى الآن · ما يؤرقنى هو ما يلى : انه من الظاهر ـ وهذا ما ردده كورت منذ قليل ـ أن تطور العلم والتكنولوجيا قد وصلا الى المرحلة التى يستطيع الانسان عندها مباشرة رؤية الذرات الفردية أو على الأقل تأثير هذه الذرات أو ـ لنقل ـ يستطيع عندها اجراء تجارب عملية بالذرات ·

بالطبع فان ما نعرفه بهذا الصدد مازال قليلا لأننا لم نتعلمه بعد ولكن اذا سلمنا بهذا ، فما هى العلاقة بينه وبين آرائك ؟ وما الذى تستطيع قوله من وجهة نظر « ماليبراشى » بهذا الصدد ؟ » ·

روبرت : « ربما سأتوقع أن الذرات تتصرف بطريقة مختلفة عن الاشياء التى تخضع لتجاربنا اليومية · أو لعلى سأفكر أنه بمحاولتنا المستمرة فى تفتيت المادة سوف نصطدم فى لحظة ما « بلااستمرارية » (Unstetigkeit) يجب علينا عندها اعتبار وجود تكوين لبى المادة · ولكن ربما سأخمن أن هذا التكوين لا يحتمل التثبيت الموضوعى فى صور يمكن تصورها ، بل أقرب من ذلك فى

نوع من التعبير الرمزى للقوانين الطبيعية الخاصة به ، ولكن هذا التكوين على أى حال ليس شيئا » •

هيزنبرج : « وماذا اذا استطاع الانسان رؤية الذرات مباشرة ؟ » •

روبرت : « لن يستطيع الانسان رؤيتها ولكن ربما رأى تأثيرها فقط » •

هيزنبرج : « ان ما تقوله يعد حجة باطلة • ذلك ان هذا هو الحال تماما بالنسبة لكل الأشياء الأخرى في عالمنا الواقعى • حتى فى حالة القطة مثلا فانك ترى دائما فقط أشعة الضوء التى تخرج من جسمها أو بمعنى آخر فانك ترى تأثير القطة وليس القطة نفسها ، وحتى عندما تلمس شعرها فان ذلك لا يعد شيئا آخر » •

روبرت : « نعم ! انك هنا لست محقا • اننى استطيع مشاهدة القطة مباشرة ، لأننى هنا استطيع ، بل ويتحتم على ، تحويل « الانطباعات الحسية » الى « تصورات » • فى حالة القطة يتواجد فى نفس اللحظة الاثنان : « الجانب الموضوعى » (objective Seite)« والجانب الذاتى » (Subjective Seite) للقطة) أو بمعنى آخر القطة « كشيء » (als Ding) والقطة « كتصور » (als Vorstellung) ولكن الحال ليس كذلك فى الذرات • هنا لا ينفصل « التصور » عن « الشيء » ذلك لأن الذرة فى الواقع ليست أيا منهما » •

وهنا تدخل كورت قائلا :

كورت : « يبدو لى أن حديثكم قد صار أكاديميا • انكم تنغمسون فى الارهاصات الفلسفية ، بينما علينا أن نسأل عن التجربة • لعل دراستنا فى المستقبل تقودنا الى التجريب العملى حول الذرات أو بالذرات ، عندئذ سوف نعرف ما هى الذرات وربما سنتعلم أنها واقعية وحقيقية تماما مثل الاشياء الأخرى التى يمكن أن نجرى عليها تجارب عملية • واذا كان حقيقيا أن كل الأشياء المادية تتكون من ذرات ، فانه يتحتم كذلك أن تكون الذرات أشياء واقعية وحقيقية » •

روبرت : « لا ، ان هذه النتيجة تبدو لى قابلة للتنفيذ • ذلك أنه بالقياس يمكنك القول : لأن كل الكائنات الحية تتكون من ذرات فان الذرات ذاتها حية كذلك ، وهذا يبدو سخيفا حقا • فقط فان ارتباط ذرات كثيرة فى شكل تكوينات أكبر يعطى هذه التكوينات الكيفيات والصفات التى تميزها كأشياء » •

كورت : « اذن فانك تصر على أن الذرات ليست واقعية وحقيقية » .

روبرت : « انك تبالغ مرة أخرى ! ربما يكون من غير المهم فى هذا الصدد السؤال عما نعرفه عن الذرات ولكن السؤال المختلف تماما عمـــا تعنيه الكلمتان « واقعية » و « حقيقة » . لقد ذكرنا قبل لحظات النص فى « تيمايوس » وقلنا أن أفلاطون قد تعرف على « الأجزاء الصغرى » عن طريق أشكال رياضية تدعى « الجسيمات القياسية » . حتى وان كان ذلك ليس صحيحا ، لأن افلاطون لم تكن لديه تجارب حول الذرات ، فانه مازال من الممكن اعتباره محتملا . هل يجب علينا عندئذ أن نعتبر هذه الاشكال « واقعية » و « حقيقية » ؟ . اذا كانت هذه الأشكال تعبيرا عن القوانين الطبيعية ، أو بمعنى آخر تعبيرا عن النظام المركزى للحدث المـادى ، فيتحتم علينـا اعتبارها « واقعية » ، وذلك لأن هناك تأثيرات معينة تنبع منها . ولكننا لا نستطيع أن نقر بأنها « حقيقية » لأنها بالطبع ليست « شـيئا «res» (١) أو ليست « موضوعا » (Sache) اننا هنا لا نستطيع التحقق عن كيفية استخدام الكلمات الملائمة فى هذا الصدد ، وذلك لا يبدو غريبا لأننا قد ابتعدنا كثيرا عن مجال تجاربنا المباشرة التى بناء عليها تكونت لغتنا فى ما قبل التاريخ » .

كورت : « بالرغم من ذلك فاننى أفضل ترك القرار حول هذا الموضوع للتجربة . اننى لا أسـتطيع تصـور أن الخيـال الانسانى كاف لتخمين العلاقات بين « الأجزاء الصغرى » للمادة ، اذا لم يسبق هذا أن توفرت لدينا الثقة بعالم هذه « الأجزاء الصغرى » عن طريق التجارب المفصلة حولها . فقط عندما يتم هذا بدقة كاملة وبلا آراء مسبقة ، فانه يمكن التوصل الى المفاهيم الحقيقية بهذا الصدد . ولذلك فاننى أقـر هنا بارتيابى الشديد ضـد المناقشات الفلسفية المطولة حول هذا الموضوع المعقد . لأن هذه المناقشات تؤدى بسهولة الى تكوين الأحكام المسبقة التى من شأنها تعقيد عملية فهم هــذا العالم بدلا من تسهيلها . اننى أتمنى اذن أن ينشغل العلماء فى المستقبل بالذرات قبل الفلاسفة » .

وهنا كان قد نفذ صبر أصدقائنا الآخرين فى الرحلة وصاح أحدهما

---

(١) كلمة لاتينية .

قائلا « ألا ترغبون أخيرا فى التوقف عن هذا العبث المبهم الذى لايفهمه أى انسان • اذا أردتم الاستعداد لامتحاناتكم ، فلتقوموا بهذا فى منازلكم • مادا لو غنينا ؟ » • هكذا اتفقنا أخيرا واختلطت نبرات أصواتنا الشابة الصاخبة وبدت معها ألوان الحشائش وورودها المتفتحة أكثر واقعية من الأفكار حول الذرات وبدا لنا وكأننا نعيش حلما رائعا تركنا أنفسنا للاستمتاع به » •

٢ ـ قرار دراسة الفيزياء

(١٩٢٠)

انفصلت المرحلة المدرسية فى حياتى عن الدراسة الجامعية بفاصل حاد . فقد أصابتنى الحمى بعد رحلة قمت بها بعد الامتحانات الخاصة بنهاية المرحلة الثانوية فى فرانكينلاند مع نفس مجموعة الأصدقاء الذين تحدثت معهم فى ذلك الربيع المنصرم بجوار بحيرة شتارنبرج حول عالم الذرة . فقد لازمت الفراش لأسابيع طويلة وصرت فى فترة الراحة التالية لمرضى وحيدا مع كتبى . وقعت يدى فى هذه الشهور الحرجة على كتاب لهيرمان فايل(١) (Hermann Weyl) جذبنى اليه بشدة ، بالرغم من عدم قدرتى على استيعاب كل محتواه . لقد أعطى عالم الرياضيات هيرمان فايل فى كتابه « الحيز ـ الزمان ـ المادة (Raum-Zeit-Materie) تمثيلا رياضيا رائعا لمبادىء النظرية النسبية لأينشتين (٢) . ورأيتنى مشغولا بالعمليات الرياضية المعقدة هناك وخصوصا بعملية ادراك خلفية البناء الفكرى المجرد للنظرية النسبية . وهنا أصابتنى حالة من القلق الشديد عقدت قرارى السابق بدراسة الرياضيات فى جامعة ميونخ .

---

(١) ولد عام ١٨٨٥ ـ مات فى عام ١٩٥٥ .

(٢) Albert Einstein (١٨٧٩/٣/١٤ ـ ١٩٥٥/٤/١٨) .

فى الأيام الأولى لدراستى الجامعية حدث تحول مفاجىء غريب فى حياتى ربما يكون من المهم الحديث عنه الآن باختصار • لقد استطاع والدى ـ الذى كان يعمل محاضرا للغة اليونانية فى العصور الوسطى والحديثة فى جامعة ميونخ ـ أن ينظم لقاء بين أستاذ الرياضيات ليندمان(١) (Lindemann) ـ الذى أصبح مشهورا خلال بحثه الحاسم للمعضلة القديمة حول « رباعية الدائرة »(Quadrature des Zirkels) وبينى • كنت أود استئذان ليندمان فى الانضمام الى حلقته العلمية التى اعتقدت أننى قد أعددت لها من خلال قراءاتى الرياضية بجانب دراستى المدرسية •

وهكذا فقد ذهبت الى ليندمان لزيارته فى الدور الأول بمبنى الجامعة حيث كان يعمل هناك فى الادارة الخاصة بشئون الطلبة • دخلت الى حجرته المظلمة ذات الطراز العتيق الذى أثار للوهلة الأولى لدى الشعور بالانقباض وقبل أن أبدأ الحديث معه لاحظت أن كلبا صغيرا أسود يجلس فوق منضدة صغيرة مجاورة لمكتبه فتذكرت على التو الكلب الذى كان موجودا فى حجرة دراسة « فاوست » (٢) (Faust) • نظر الكلب الى بامتعاض شديد لم أعهده من قبل • ربما اعتبرنى من أولئك المتطفلين الذين لا يرغبون الا فى اثارة القلق لسيده العجوز • بعد فترة وجيزة من الارتباك بدأت في التقديم لطلبى للأستاذ شيئا فشيئا ثم لاحظت كيف أن رغبتى كانت غير متوازنة ولعل ليندمان ـ الرجل ذا اللحية البيضاء الذى بدا عليه الارهاق الشديد ـ قد لاحظ عدم توازنى هذا فانتابه قليل من الغضب • وربما كان ذلك أيضا هو السبب فى أن انطلق الكلب ينبح بطريقة مزعجة لقد حاول سيده أن يهدىء من روعه لكنه بدلا من ذلك ساهم فى تصعيد غضبه الذى ظل يعلو حتى صار الحديث غير ممكن • وهنا سألنى ليندمان عن الكتب التى قرأتها فى الآونة الأخيرة فذكرت له كتاب هيرمان فايل « الحيز ـ الزمان ـ المادة » • تحت ضغط التصرف الشاذ لكلب حراسته الأسود أنهى ليندمان الحديث فجأة بقوله « بهذا فانك تعتبر على أى حال فاسدا بالنسبة لدراسة الرياضيات ! » بهذه النتيجة خرجت من حجرته ولم يعد بعدها ممكنا الاستمرار فى دراسة الرياضيات • بعد مشاورات مع والدى الذى بدا وكأنه قد انخدع بقرارى هذا توصلنا الى حل مقتضاه أننى يجب أن أحاول فى مجال الفيزياء

---

(١) ولد عام ١٨٥٢ مات فى عام ١٩٣٩ •

(٢) مسرحية من جزئين للكاتب الالمانى جوتىJ. W. Von Goethe (١٧٤٩/٨/٢٨ ـ ١٨٣٢/٣/٢٣) •

الرياضية (Mathematatische Physik) وعليه فقد نظمت زيارة لزومر فيلد ، (Sommerfeld) (١) الذى كان يمثل فى ذلك الحين تخصص الفيزياء النظرية فى جامعة ميونخ والذى كان علما بارزا فيها خصوصــا لكونه صديقا للطلبة • استقبلنى زومر فيلد فى حجرته المضيئة التى يمكن من نافذتها مشاهدة الطلبة الجالسين فوق الأرائك فى فنـــاء الجامعة • كان زومر فيلد قصير القامة ذا شارب أسود طويل ، جســـور الملامح يعطى للوهلة الأولى انطباعا حادا • ولكن من خلال الكلمات الأولى معه تجلت لى روعة الحديث اليه وقدرته على بث الأمنيات الطيبة لشاب جاءه بحثا عن نصيحة وارشاد • تناول الحديث هنا أيضا قراءاتى المصاحبة لدراستى المدرسية فى فرع الرياضيات وخصوصا كتاب هيرمان فايل عن « الحيز ـ الزمان ـ المادة » ولكن تصرف زومر فيلد كان مختلفا تماما عن تصرف ليندبمان ، وانطلق قائلا •

زومر فيلد : « انك طمـــوح جـدا ، ولكن بالطبع لا يجب عليك أن تبدأ بالصعب أولا معتقدا أن السهل سيتيسر لك ببساطة • اننى أقدر أنك قد فتنت بمجموعة القضايا الخاصة بالنظرية النسبية كما ان الفيزياء الحديثة تدق فى مواضع كثيرة منها ـ حيث أصبحت بعض المبادىء الأساسية الفلسفية محل تســـاؤل ـ على معـارف ذات مضامين مثيرة جدا • ولكن الطريق الى هناك أكثر بعدا مما تتصور الآن • لابد لك أولا • أن تبدأ بحذر وتدبر فى مجال الفيزيـــاء الكلاسيكية • اذا أردت دراسة الفيزياء فان لديك الاختيار اما أن تعمل فى مجال الفيزياء العملية أو الفيزياء النظرية • ووفقـــا لمــا حدثتنى فان استعدادك الطبيعى يميل أكثر الى الفيزياء النظرية • ولكن دعنى أسألك ، ألم تشـغل نفسك خلال المدرســـة من وقت لآخر بالأجهزة العلمية والتجارب » ؟ •

لقد رددت بالايجاب على هذا الســـؤال بل وأضفت الى ذلك أننى كتلميذ قد قمت ببناء بعض الأجهزة العلمية مثـــل الموتورات وأجهـزة الاستقبال الاذاعية • ولكن بالرغم من ذلك فان عالم الأجهزة ظل غريبا بالنسبة لى ، كما أن الدقة المتناهية التى يجب أن تكون لدى الانســـان أثناء القياسات المختلفة حتى للأرقام غير المهمة تبدو لى شيئا مرهقا •

زومر فيلد : « ولكن يتحتم عليك ـ حتى اذا إخترت الجانب النظرى القيام أولا بحل كثير من الواجبات الصغيرة التى قد تبدو لك الآن غـير مهمة • يجب أن تعرف أنه عند اثارة القضايا الكبرى التى قـــد تصل الى مجال الفلسفة للمناقشة ، مثل « النظرية النسبية »

---

(١) Arnold Sommerfeld (١٨٦٨/١٢/٥ ـ ١٩٥١/٤/٢٦) •

لأينشتين أو « نظرية الكم » لبلانك (Plank) ، فان هنـــاك مشكلات عديدة صغيرة حول الأساسيات والتى يلزم حلهــا أولا ومن خلال كليتها يمكن الوصول الى صورة عن المجال الجديد » .

هيزنبرج : « ولكن الذى يهمنى هو القضايا الفلسفية التى تكمن خلف هذه المجالات أكثر من الواجبات الصغيرة » .

زومر فيلد : « انك تعرف بالطبع أن شيلر (١) تحدث عن كانط (٢) وتحليله قائلا « عندما يبنى الملوك يعمل الحمالون » . فى البدء فاننا جميعا حمالون ! .ولكنك سترى حتما انك ستصير سعيدا عندما تقوم بهذه الأعمال الصغيرة بكل عناية وضمير وسوف تصل من خلال ذلك ــ كما نأمل ــ الى نتائج طيبة » .

أعطانى زومر فيلد بعض التعليمات الأخرى اللازمة لبداية دراستى ثم وعدنى بأن يبحث لى عن مشكلة علمية صغيرة تدور حــول الفيزياء النظرية الذرية الحديثة وذلك لاختبار مدى قدرتى على علاجها . هكـــذا تم اتخاذ قرار انتمائى الى مدرسة زومر فيلد والتزامى بها لعدة سنوات قادمة . ولقد أثر ــ لزمن طويل فى حياتى ــ هذا الحديث مع ذلك الرائد الذى كان علما من أعلام الفيزياء الذرية الحديثة والذى قام بنفسه بأبحاث هامة فى المجال بين « النظرية النسبية » و « نظرية الكم » . كان طلب زومر فيلد الوحيد وهو العناية الفائقة بالواجبات الصغيرة ليس غريبا لى فقد عرفته فى صورة أخرى باستمرار عند والدى . ولـــكننى قد أحسست مع ذلك بالأسف الشديد لأننى كنت بعيدا كل هذا الوقت عن الميدان الحقيقى لاهتماماتى .

هكذا وجـــد الحديث الأول مع زومر فيلد مكانته فى المحـاورات الأخرى مع أصدقائى وأذكر أن أحد هذه المحاورات كان يدور حول مكانة الفيزياء الحديثة فى التطور الثقافى فى عصرنا الحديث . قابلت عازف الكمان ــ الذى عزف مقطوعة باخ فى قلعة « برون » فى الخريف التالى مرات كثيرة فى بيت صديق لنا يدعى فالتر الذى كان يجيد اللعب على آلة الشيلو . حاولنا نحن الثلاثة دراسة معظم المؤلفات الموسيقية التى يمكن أداؤها باستخدام ثلاث آلات موسيقية فقط . ثم خططنا لدراســة « ثلاثية شوبرت (٣) من مقام ــ B » استعدادا لاحدى الحفلات . كان فالتر

---

(١) F. Von Schiller شاعر المانى (١٧٥٩/١١/١٠ ــ ١٨٠٥/٥/٩) .
(٢) I. Kant فيلسوف المانى (١٧٢٤/٤/٢٢ ــ ١٨٠٤/٢/١٢) .
(٣) F Schubert موسيقار نمساوى (١٧٣٩/٣/٢٤ ــ ١٧٩١/١٠/١٠) .

يتيما منذ الصغر يعيش مع والدته فى شقة فاخرة الأثاث فى شارع اليزابيث على بعد دقائق قليلة من بيتنا فى شارع هوهينتسولرن وقد أثار البيانو الفخم فى حجرة المعيشة فضولى المستمر للعزف هناك • حيث كنا نجلس بعد تمريناتنا حتى مؤخرة الليل نتجاذب الحديث حول الموضوعات المختلفة •

فى احدى المرات تطرق الحوار الى خططى الدراسية حيث سألتنى والدة فالتر لماذا لم أقرر دراسة الموسيقى •

والدة فالتر : « من عزفك للموسيقى ومن طريقتك فى الحديث عنها أخذت الانطباع أن هذا الفن قريب الى قلبك أكثر من العلم والتكنولوجيا • انك فى الواقع لتجد أن مضمون الموسيقى أجمل من الفكر الذى يتم التعبير عنه باستخدام الأجهزة العلمية أو المعادلات الرياضية أو حتى المعدات التكنولوجية المتقنة • اذا كان الأمر كذلك فلماذا ترغب فى التوجه الى الدراسة العلمية ؟ ان مصير العالم سيتحدد بالقطع عن طريق ما يرغبه الشباب ، فاذا قرر الشباب دراسة ما هو جميل سوف يكون هناك مزيد من الجمال واذا اتجه فقط لما هو نافع ماديا فسيكون هناك مزيد من النفعيات• ومن هنا فان قرار كل واحد منكم له وزنه الخاص ليس له فقط بل وأيضا لمجتمعنا كله •

هيزنبرج : « اننى لا أعتقد أن أيا منا يقف أمام هذا الاختيار بهذه البساطة ذلك أنه بغض النظر عن أننى ربما سأكون موسيقيا غير جيد ـ الا أن السؤال عن المجال الذى يستطيع أن يصبح فيه أى منا مؤثرا يظل مرتبطا بالمجال نفسه • وفى الموسيقى فان لدى الانطباع أن المؤلفين المحدثين ليسوا على نفس المستوى من المؤلفين القدامى • ففى القرن السابع عشر تأثرت الموسيقى بقدر كبير بالصبغة الدينية للحياة آنذاك ، وفى القرن الثامن عشر جرى التحويل الى عالم الشعور الفردى بينما غاصت الموسيقى الرومانسية للقرن التاسع عشر فى أعمق أعماق الروح الانسانية • ولكن فى السنوات الأخيرة بدا وكأن الموسيقى قد هوت الى تجارب غريبة مضطربة وضعيفة لعبت فيها الأفكار النظرية دورا أساسيا أكثر من التقدم فى اتجاه موسيقى معين • أما فى العلم ، وخصوصا الفيزياء ، فان الوضع مختلف تماما • هناك أدى الطريق المرسوم الذى كان هدفه منذ عشرين سنة هو تفسير بعض الظواهر الكهرومغناطيسية الى قضايا معقدة أصبحت فيها بعض الأسس الفلسفية مثل تركيب « الحيز »

و « الزمان » وسريان مفعول « قانون العلة » محل تساؤل • وهنا أعتقد أن أرضا جديدة قد اكتشفت وربما تتطلب الاجابة النهائية على هذه الأسئلة الى أجيال كثيرة من الفيزيائيين » •
لم ترض اجابتى هذه صديقنا رولف عازف الكمان وبادرنى قائلا :

رولف : « ألا يسرى ذلك الذى قلته بصدد الفيزياء الحديثة على الموسيقى الحديثة ؟ اننى اعتقد أن الطريق هناك قد صار معبدا كذلك • لقد طويت الحواجز القديمة للـ Tonalitat (١) وبذلك دخلنا أرضا جديدة يتمتع فيها اللحن والنغمة بحرية فائقة • أليس لنا اذن أن نأمل فى وفرة من الأعمال الجديدة كما هو الحال فى الفيزياء ؟ » •

فالتر : « اننى لا أعرف ما اذا كان من الضرورى أن تنطبق حرية اختيار النغمة فى الموسيقى مع الأرض الجديدة الخصبة فى الفيزياء ، ولكن — على كل حال — يبدو أنه كلما كانت حرية الاختيار أكبر كانت امكانية تقديم أعمال جديدة أكبر وأغنى • غير أننى لا استطيع أن أقر هذا بالنسبة للفن عموما — الذى أميل اليه أكثر من العلم • ان التقدم فى الفن يتم عن طريق اضافة مضامين جديدة وذلك فى عملية تاريخية بطيئة يعاد فيها تشكيل حياة البشر دون أن يكون لكل فرد القدرة على التأثير المباشر • عندئذ يحاول بعض الفنانين الموهوبين كل على حدة جعل هذه المضامين واضحة للعين أو للسمع وذلك باعطاء امكانيات جديدة للتعبير للمادة التى يعمل بها الفنان سواء أكانت ألوانا أم آلات موسيقية • ويعتبر هذا الصراع المتبادل ، أى الصراع بين « مضامين التعبير » و « حدودية أدوات التعبير » (Beschrankheit) الأساس الضرورى لتكوين الفن الأصيل • اذا سقطت « حدودية أدوات التعبير » ، مثلا اذا كان من الممكن فى مجال الموسيقى استعمال أى نغمة ، فان هذا الصراع سيتلاشى • ومن هنا فان مجهودات الفنانين تصطدم على نحو ما بالفراغ • ولذلك أيضا فاننى أقر بارتيابى ضد مزيد من الحرية فى هذا المضمار • أما فى مجال العلم ، فاننا نجد فى كل يوم أن تجارب عملية جديدة تصبح ممكنة عن طريق التكنولوجيا المعاصرة • كما أن حصيلة خبراتنا تزيد باستمرار ومن خلال ذلك تتوالد المضامين الجديدة أيضا • ان أدوات التعبير هنا محصورة فى المصطلحات التى تعبر عن المضامين الجديدة وبها يمكن أن نفهمها •

---

(١) اسناد كل النغمات فى عمل موسيقى معين على نغمة أساسية •

ولقد قرأت مثلا فى احدى المقالات العامة ، أن « النظرية النسبية » ـ التى تهمك جدا ـ تستند على تجارب معينة تمت فى بداية القرن الحالى عندما حاول العلماء اثبات حركة الأرض فى الفضاء عن طريق استغلال ظاهرة « التداخل الضــوئى » (١) » • وعندما فشل هذا الاثبات ، لاحظ الفيزيائيون أن التجارب أو المضامين الجديدة تعضد أهمية التوسع فى امكانيات التعبير أو فى نظام المصطلحات المستخدم فى الفيزياء • وأنه قد أصبح من الضرورى اجراء تغييرات جذرية فى مصطلحات أساسية مثل « الحيز » و « الزمان » مما أدى الى بداية جديدة لم يكن يتوقعها أحد • ولكن هــذا كان يمثل الاكتشاف الكبير لأينشتين الذى كان أول من أدرك امكانية ، بل وحتمية تغيير تصورنا عن « الحيز » و « الزمان » •

ربما استطيع مقارنة ذلك الذى عرضته فى الفيزياء بتطور الموسيقى فى منتصف القرن الثامن عشر • فى ذلك الحين دخل «عالم شعور» الانسان الفرد الى وعى الزمان من خلال عملية تاريخية بطيئة ، ذلك العالم الذى عرفناه من كتابات روسو Rousseau (٢) ثم بعد ذلك فى مسرحية « فيرتر » (Werther) لجوتى وأيضا فى أعمال الموسيقيين الكلاسيكيين العظماء مثل هايدين ، موتسارت ، بيتهوفن وشوبرت ، وقد تم فى كل هذه الأعمال التوصل الى ايجاد تمثيل مناسب « لعالم الشعور » من خلال التوسع فى أدوات التعبير أما بالنسبة للموسيقى فان المضامين الجديدة تعد قليلة للغاية بل انها غير مقبولة من ناحية التذوق الفنى كما أن ذلك الفيض الغزير من امكانيات التعبير يفزعنى للغاية • ان طريق الموسيقى الحالية يبدو أنه يزيدها هبوطا ، هناك يزعم البعض بأنه علينا أن نكف عن الـ «Tonalitat» وذلك لاعتقادهم أن مجالها قد نضب بالفعل وليس لأن هناك مضامين جديدة مؤثرة لا يمكن التعبير عنها من خلال الـ «Tonalitat» والسؤال اذن هو الى أين يجب أن نذهب بعد أن تركنا الـ «Tonalitat» الاجابة علـى هــذا السؤال ليست معروفة تماما وكل ما هناك هو عدم وضوح للرؤية لدى الموسيقيين وبعض المحاولات الملموسة للاجابة على هذا السؤال اننى استطيع القول ان تركيبات الأسئلة قائمة بالفعل ، والواجب فقط يكمن فى ايجاد الاجابات • أما فى الفن فان تركيبات الأسئلة

---

(١) عملية تراكم شعاعين أو أكثر فى حيز معين •

(٢) Jean-Jacques Rousseau (١٧١٢/٦/٢٨ ـ ١٧٧٨/٧/٢) كاتب وفيلسوف فرنسى •

لم تحدد بعد ٠ ولكن لعلك تحكى لنا بعض التفاصيل حول الأرض الجديدة التى تعتقد أنك تراها فى الفيزياء وتود أن تقـــوم فى المستقبل برحلات استكشاف فيها » ٠

هينزنبرج : « فى النظرية النسبية ، أدت التجارب العملية التى ذكرتها أنت والتى توافقت مع تجارب عملية أخرى بأينشتين أن يتغاضى عن المصطلح المستخدم حتى اليوم عن « التـــلازم الزمنى » (١) (Gleichzeitigkeit) وهذا فى حد ذاته يعتبر مثيرا للغاية ، ذلك أن كل انسان يعتقد أنه يعرف تماما ما يعنيه هذا المصطلح حتى بصدد الاحداث التى تتم فى أماكن تبعد عنا مسافات كبيرة ٠ ولكن يبدو أن هذا الاعتقاد ليس دقيقا ٠ فاذا تساءلنا مثلا كيف يمكننا أن نعرف ما اذا كان حدثان من هذا النوع « متلازمين زمنيا » وبحثنا امكانيات التحقق المختلفة التى يمكن الاعتماد على نتائجها فاننا نصل من طبيعة المعلومات التى لدينا أن الاجابة ليست واضـحة تماما وأنها تعتمد كثيرا على « الوضع المتحرك للمشاهد » الذى يراقب هذين الحدثين ٠ واذن فان « الحيز » و « الزمان » اللذين يقع فيهما هذان الحدثان وتتم فيهما مشاهدتهما يعتبران غير مســتقلين عن بعضهما كما هو معروف الآن ٠ ولقد تمكن أينشتين بطريقة سلسة من التعبير عن « الشكل الرياضى » لهذا التركيب الجديد « للحيز » و « الزمان » ٠ ولكن البحث فى هذا الميدان ـ كما أخبرنى زومرفيلد قد انتهى تماما وعليه فهو لا يعتبر أرضا جديدة ٠

ان القضايا الهامة الآن تدور فى ميدان آخر هو « النظـرية الذرية » ٠ فهناك ينصب البحث حول علة الوجود الدائم لأشكال ونوعيات معينة فى العالم المادى ٠ لماذا مثلا يتكون دائما الماء بكل خواصه الذاتية سواء تم ذلك عن طريق « ذوبان الجليد » أم « تكثيف البخار المائى » أم « احتراق غاز الهيدروجين » ٠ مثل هذه « الظاهرة التكرارية » (Phenomen) تعتبر حتى الآن فرضا فى الفيزياء ولكن اذا فكرنا فى أن الاجسام المادية ـ كالماء مثلا ـ تتركب من « ذرات » ـ ومن المعروف أن الكيمياء تستخدم هذه الفكرة بنجاح ـ فان قوانين الحركة التى تعلمناها فى المدرسة تحت اسم « ميكانيكا نيوتن »(٢) سوف لا تؤدى الى تفسير « حركة الأجزاء الصغرى » بهذه الدرجة من الاستقرار ٠ عند هذا الموضع يجب البحث عن قوانين

---

(١) يقصد به حدوث واقعتين فى نفس الوقت بالنسبة لمشاهد ما ٠

(٢) Isac Newton عالم فيزياء ورياضيات انجليزى (١٦٤٣/١/٤ ـ ١٧٢٧/٣/٣١)

طبيعية من نوع آخر يمكن عن طريقها الوصول الى أن الذرات تتحرك وتنتظم دائما بنفس الطريقة وتتكون باستمرار عناصر لها نفس الخصائص المستقرة ٠ ويقال ان الشرارة الأولى فى الطريق الى هذه القوانين الطبيعية الجديدة قد انطلقت منذ عشرين سنة خـــلال « نظرية الكم » لبلانك (Planck Quantentheorie) كما أن العالم الدانيمــركى بوهر (Bohr) قد ربـــط بين أفكار بلانك وتصورات عن تركيب الذرة كونها الفيزيائى الانجليزى رذر فورد (Rutherford) لقد سلط بوهر الضوء لأول مــرة على ظاهرة « الاستقرار » (Stabilitat) الغريبة فى مجال الذرة التى ذكرتها منذ لحظات ٠ ولكن البحث فى هذا المجال ــ كما قال زومر فيلد ــ مازال غير قادر على توضيح العلاقات هناك ٠ ولذلك فاننى اعتقد أن ثمة أرضا واسعة جديدة يمكن العمل فيها لعشرات السنين حتى يتيسر كشف هذه العلاقات ٠ عندئذ سيمكننا بسهولة تفسير كل ما يدور فى علم الكيمياء عن طريق الفيزياء الذرية وذلك بعد التمكن من التعبير عن القوانين الطبيعية فى هذا الميدان بطريقة صحيحة ٠ وعندئذ أيضا سيكون من المهم ايجاد مصطلحات جديدة تيسر لنا التعبير عما يجرى هناك ٠ واذن فاننى اعتقد الآن أن البحث فى مجال الفيزياء الذرية سيؤدى الى علاقات وتركيبات هامة أكثر مما هو الحال فى الموسيقى ٠ ولكننى يجب أن أقر أن عكس ذلك كان صحيحا قبل مائة وخمسين سنة من الآن » ٠

فالتر : « انك اذن تعتقد أن الانسان الفرد الذى يريد أن يؤثر فى التركيب الفكرى لزمانه يعتمد على الامكانيات التى يعطيها له التطور التاريخى فى هذا الزمن ! وبالتالى لو أن موتسارت قد ولد فى زمننا هذا فانه سوف لا يكتب سوى ذلك النوع من الموسيقى الشاذة التى نعرفها من ملحنى اليوم ؟ » ٠

هيزنبرج : « نعم ، هكذا أظن ٠ ولو أن أينشتين قد عاش فى القرن الثانى عشر ، لما استطاع من المؤكد التوصل الى اكتشافات علمية هامة » ٠

والدة فالتر : « ربما كان واجبنا الآن هـــو عـدم التفكير فى العظمـاء مثل موتسارت وأينشتين ٠ وذلك لأنه ليســت لدى كل انسان الفرصة فى التأثير فى مجال هام وحاسم ، بل الاشتراك فى صمت فى دائرة صغيرة من العمل ٠ ومن هنا يجب أن يسأل نفسه ما اذا كان من الأجمل عزف « ثلاثية مقام ــ B » لشـــوبرت أو بنـاء الأجهزة العلمية أو كتابة المعادلات الرياضية ؟ » ٠

لعلى أقر هنا أنه قد انتابنى شك غريب فى هذه اللحظة وأخذت أخبر الجالسين عن الحديث مع زومر فيلد وعن أستاذى فى المستقبل قد ردد كلمات شيلر • « اذا بنى الملوك ، عمل الحمالون » • وهنا أضاف رولف •

رولف : « اننا جميعا متساوون بهذا الصدد • فالموسيقى يجب أن ينفق وقتا طويلا حتى يتمكن من السيطرة على الآلات المختلفة ، وحتى بعد ذلك فانه يستمر فى تكرار قطع موسيقية معينة تم التعبير عنها منذ مئات السنين بواسطة موسيقيين آخرين ربما بطريقة أفضل • كما أنك أثناء دراستك للفيزياء سوف تعمل لفترة طويلة فى بناء أجهزة علمية بنيت قبل ذلك بطريقه أحسن بواسطة الآخرين • أو انك ستقوم بمتابعة أفكار رياضية تم التفكير فيها بطريقة جيدة من قبل بواسطة رياضيين آخرين • بعد انجاز كل ذلك فانه ستظل لدينا ـ ما دمنا ننتمى الى فئة الحمالين ـ القدرة المستمرة على تذوق الموسيقى الرائعة وربما يتسنى لنا من وقت لآخر التوصل الى تعبير ممتاز • أما بالنسبة لكم فانكم قلما ستنجحون فى تفسير علاقة رياضية بطريق أحسن مما هو ممكن بالفعل أو قياس ظاهرة ما بطريقة أدق مما استطاعه السابقون •

ان الاعتقاد بأن أيا منا ستكون لديه القدرة على التأثير فى مجال حاسم ـ اذا كان هذا المجال يحتوى على أرض جديدة يلزم استكشافها ـ يعتبر الآن غير مهم بل لا يجب أن نأخذه فى الحسبان قطعيا » •

وهنا أخذت والدة فالتر تتمتم بكلمات لم نفهمها ثم انطلقت تفكر بصوت عال قائلة :

والدة فالتر : « لعل المقارنة بين الملوك والحمالين تفسر دائما بطريقة خاطئة • بالطبع فانه يبدو لنا للوهلة الاولى أن البريق كله ينبعث من أعمال الملوك بينما تعتبر أعمال الحمالين ذات أهمية جانبية • ولكن لعل الوضع بالعكس تماما • ربما يكون بريق الملوك مستندا تماما على أعمال الحمالين • انه يتكون فقط من خلال أن الحمالين قد أنجزوا سنوات طويلة من العمل الشاق وذلك أيضا ليكسبوا السعادة والنجاح من خلال أعمال أكثر مشقة • وربما تظهر لنا شخصيات مثل باخ وموتسارت كملوك للموسيقى فقط لأنهم أعطوا لقرنين من الزمان كثيرا من الموسيقيين الصغار فرصة استكمال أفكارهم بعناية وحساسية وفرصة التعبير الجديد عنها،

وعن طريق ذلك صارت أعمالهم مفهومة للمستمعين بل انني أستطيع القول أن المستمعين أنفسهم يشتركون في عملية التعبير هذه ومن خلال ذلك أصبحت مضامين أعمال هؤلاء الموسيقيين جديدة دائما ٠ أما اذا أخذنا التطور التاريخي في الاعتبار – ويبدو لي أن هذا صحيح أيضا بالنسبة للفن والموسيقى – فانه يتحتم في كل ريادة (Disziplin) أن يخيم وقت طويل من الهدوء أو التطور البطيء ٠ وحتى في هذه الأوقات فان العمل المخلص بكل تفاصيله يصبح مهما للغاية، اننا نعرف أن كل شيء لايتم باخلاص ينسى بل ولا يستحق حتى الاشارة اليه ٠ ولكننا نعرف أيضا أن هذه العملية البطيئة التي يتغير فيها مضمون الريادة مع تغير الأوضاع قد تؤدي فجأة الى امكانات جديدة والى مضامين جديدة ٠ وعندئذ يتم جذب المواهب الفذة بطريقة سحرية الى عملية النمو هذه وينتج عن ذلك أنه خلال بضع عشرات من السنين تحلق الانجازات الفنية العظيمة أو تتم الاكتشافات العلمية الرائعة ٠ هكذا تكونت الموسيقى الكلاسيكية في النصف الثاني من القرن الثامن عشر في فينا وهكذا تكونت في القرن الخامس عشر والقرن السادس عشر فنون التصوير في هولندا ٠ ان المواهب العظيمة تعطى المضامين الفكرية الجديدة تمثيلها الخارجي وتخلق أشكالها الشرعية التي تكتمل فيها التطورات اللاحقة. ولكن هذه المواهب لا تلد مضامين جديدة بذاتها ٠ وقد يكون من الجائز أننا نقف على أبواب عصر علمي جديد ذي أهمية كبرى ومن هنا فاننا لا يجب أن نمنع الشباب من المساهمة في هذا العصر ٠ ولكننا لا يمكن أن نتوقع أن تتم عمليتا التطور في العلم والفن في وقت واحد بل علينا أن نحس بالامتنان لأن جيلنا يمكنه المشاركة في احدى هاتين العمليتين كمؤثر نشط ٠ ولذلك فانني أعتقد أن كل الاتهامات الموجه ضد الفن الحديث سواء ضد فن التصوير أم الموسيقى تعتبر اتهامات باطلة ٠ وعلينا أن نعرف اذن أنه بعد الانجازات الكبرى التي حققتها الموسيقى وفن العمارة في القرنين الثامن والتاسع عشر ، وجب أن تلي ذلك فترة من الهدوء تتم فيها المحافظة على القديم كما تجرى في نفس الوقت محاولات التجديد عن طريق التجريب الغير مرئي ٠ ومن هنا فانني أرى أن المقارنة بين الموسيقى الحالية والموسيقى الكلاسيكية العظيمة تعتبر عملا جائرا ٠

ودعوني أقترح الآن اذن انهاء هذه الأمسية الجميلة بأن تعزفوا لنا « المقطع البطيء » من « ثلاثية مقام – B لشوبرت » ٠

لقد حدث ذلك بالفعل ومن الطريقة التى أدى بها رولف الجـــزء الثانى لهذه المعزوفة على الكمان لمسنا حزنه الشديد على أننا قد اعتبرنا العصر العظيم للموسيقى الأوربية قد أصبح جزءا من الماضى ٠

بعد أيام قليلة عنـــدما دخلت القاعة التى يلقى فيها زومر فيلد محاضراته اكتشفت فى الفصل الثالث وجود طالب ذى شعر داكن وملامح سمحة كان قد توقفنى بعد حديثى الأول مـــع زومر فيلد فى حلقته العلمية ٠ لقد قدمنى له زومر فيلد آنذاك وقال لى أثناء وداعى عند باب المعهد أنه يعتبر هذا الطالب أكثر تلاميذه موهبة ويمكننى التعلم منه والتوجه اليه كلما اقتضى الأمر ذلك ٠ اسم هذا الطالب هو فولفجانج باولى (١) (Wolfgang Pauli) الذى لعب فيما بعد أثناء حياته دور الناقد والصديق الحميم الذى كنت أشعر بالراحة له والاطمئنان لآرائه ٠

جلست فى المحاضرة الى جوار فولفجانج ورجوته أن نتقابل بعدها نظرا لحاجتى الى ارشاداته حول سير دراستى ٠ وهنا دخل زومر فيلد الى القاعة وما أن بدأ فى القاء الجمل الأولى حتى همس فولفجانج فى أذنى « ألا ترى أنه يشبه جاويش الخيالة ؟ » ٠

عندما عدنا الى الحلقة الدراسية فى معهد الفيزياء النظرية وجهت الى فولفجانج سؤالين أساسيين ٠ لقد كنت أريد أن أعرف الى أى مدى يجب على الطالب تعليم فن اجراء التجارب العملية اذا كان يرغب فيما بعد فى التخصص فى الفيزياء النظرية ٠ كما كنت أريد أن أعرف مكانة « النظرية النسبية » بالمقارنة « بالنظرية الذرية » فى الفيزياء الحديثة ٠ بالنسبة للسؤال الأول أجاب فولفجانج ٠

فولفجانج : « اننى أعرف أن زومر فيلد يعطى أهمية كبرى للتجريب العملى ، ولكننى شخصيا لا أستطيع التعامل مع الأجهزة العلمية ٠ بالطبع فاننى أعرف أيضا أن كل الفيزياء تقوم على نتائج التجارب العملية ٠ ولكن بعد الانتهاء من التجارب والتوصل الى نتائج معينة فان الفيزياء ـ على أى حال الفيزياء المعاصرة ـ تصبح عملية شاقة لكثير من الفيزيائيين العمليين ٠ ويبــدو أن ذلك يرجع الى أننـا نستطيع بواسطة الوسائل التكنولوجية الحالية المتوفرة للفيزياء العملية الدخول الى ميادين الطبيعة التى لا يمكن أن نصفها بطريقة كافية باستخدام المصطلحات الخاصة بحياتنا اليومية ٠ ومن هنـا فاننا نعتمد على لغة رياضية مجردة لا يمكن الالمام بها دون دراسة أساسية للرياضيات الحديثة ٠ ومن هنا يتحتم علينا تحديد أنفسنا

---

(١) فيزيائى نمساوى (١٩٠٠/٤/٢٥ ـ ١٩٥٨/١٢/١٥) ٠

والتخصص فى اتجاه معين • بالنسبة لى فان لغة الرياضيات المجردة تبدو أكثر يسرا واننى أتمنى أن أتمكن عن طريق ذلك اخبار شىء حول الفيزياء • ولكن بالطبع فان بعض المعرفة حـــول الجـانب التجريبى ما زالت مهمة وضرورية •

ان الرياضى البحت ، حتى ولو كان جيدا حقا ، فانه لا يفهم شيئا مطلقا عن الفيزياء » •

عندئذ أخبرت فولفجانج بعض التفاصيل حول لقائى مع ليندیمان العجوز وكلبه الأسود وحول قراءاتى لكتاب فايل « الحيز — الزمان — المادة » ويبدو أن هذا الحديث قد سر فولفجانج بدرجة كبيرة •

فولفجانج : « ان هذا يتفق تماما مـع توقعاتى وذلك لأن ليندیمـان متعصب « للدقـــة الرياضـــية » (Mathematische Prazision) • وكل العلوم حتى « الفيزياء الرياضية » تعتبر بالنسبة له ثرثرة غير مفهومة • أما فايل فهو ملم حقيقة بالنظرية النسبية وقد أدى اهتمامه بهـا الى أن قد اعتبره كثير من الرياضـــيين خارجا عن صفوفهم » •

سكت فولفجانج برهة ثم تهيأ للاجـابة عن السؤال الثانى حـول أهمية النظرية النسبية بالمقارنة بالفيزياء الذرية •

فولفجانج : « ان مجال البحث فيما يسمى « بالنظرية النسبية الخاصة » يعتبر قد انتهى ويجب علينا فقط دراستها وتطبيقها تماما مثل أى ريادة أخـرى فى الفيزياء • ولذلك فان أهميتها بالنســبة للباحث الذى يتطلع الى اكتشاف جديد تعد صغيرة للغاية ، أما النظرية النسبية العامة أو نظـرية التثاقل لأينشتين فهى ما زالت قيـد البحث • غير أن هذه النظرية لا تعتبر مرضية بعد ويؤكد هذا الرأى حقيقة أن كل مائة صفحة من التحليلات والاشتقاقات الرياضية المعقدة تناظر تجربة عملية واحدة • من هنا أيضا ينبع الشك فيما اذا كانت النظرية صحيحة أو لا ؟ ولكن علينا هنا أن نقر أن النظرية تفتح الطريق أمام احتمالات فكرية جـديدة يتحتم علينا تناولهـا بالبحث الجاد • لقد انتهيت منذ أيام من كتابة مقالة طويلة عن « النظـرية النسبية العامة » ، وربمـا يكون ذلك هو السبب فى اعتبارى أن النظـرية الذرية تعد ذات أهمية أكبر • ان الفيزياء الذرية تحتوى على عدد كبير من النتائج التجريبية التى لم تفسر بعد • ان ما تقره الطبيعة فى موضع ما يبدو وكأنه يتعارض مع

ما تقره فى موضع آخر ومن غير الممكن حتى الآن اعطاء صورة عامة عن العـلاقات فى كل الموقعين • بيد أن العالم الدانيمركى نيلز بوهر قد نجح فى الربط بين ظاهـرة « اسـتقرار » الذرات ازاء الاضطرابات الخارجيـة مع « فرضية الكم » (Quanten hypothese) لبلانك ـ التى لم يكتمل فهمها بعد ـ والأحدث من هذا هو نجاح بوهر فى تقديم التفسير الكيفى « للجـدول الدورى للعنـاصر » والصفات الكيميائية للمواد المختلفة • ولكننى لا أتفق تماما مع الطريق الذى يسلكه بهذا الصدد ، لأنه لم يستطع من خلاله القضاء على الاعتراضات التى ذكرتها سابقا • واذن فان البحث فى هذا المجال ما زال يعتبر تخبطا فى الضباب وقد تمر بضع سنوات حتى نستطيع ايجاد الطريق الصحيح • ان زومر فيلد يعتنق المبدأ القائل بأنه من خـــلال نتائج التجارب العملية يمكن تخمين « المطابقات القانونية » المعبرة عنها • بل انه يعتقد أيضا فى رموز عددية ، أو ما يشبه « بالفيزياء العددية » ، كما كان الحال لدى فيثاغورس(١) بالنسبة « لتوافقيات الخيوط المهتزة (Harmonien der schwingenden Saiten) ولذلك فانـه من المحبب الينـا الاشـــارة الى هـــذه الوجهة من أفكار زومر فيلـد « بمبـدأ الذريـة » Atomystik ولكن لا يوجد حتى الآن من يعرف شيئا أفضل • وربما يتمكن انسان ما من ايجاد حل لهذه المشكلة اذا لم يكن ملما بعد بالفيزياء المعاصرة وكل حبكاتها الرائعة • واذن فانك أكثر حظا منه فى هذه الناحية » •

وهنا أطلق فولفجانج ضحكة ساخرة ثم استطرد قائلا :

« ولكن عدم المعرفة بالطبع لا يعد ضمانا للنجاح » •

بالرغم من هذه الغلظة فى كلمات فولفجانج فقد أكد لى فى الواقع الأسس التى أرسيت عليها رغبتى فى دراسة الفيزياء • لقد كنت مسرورا بأننى لم أحاول دراسة الرياضـة البحتة ومن ثم فقـد ارتبط الكلب الأسود فى حجرة ليندیمان فى ذاكرتى دائما « بذلك الجزء من القوة الذى يرغب فى عمـل الرذيلة باسـتمرار ولكنه يصـــنع الفضيلة دائما » •

---

(١) Pythagoras فيلسوف وعالم طبيعيات اغريقى عاش فى القرن السادس قبل الميلاد •

٣ ـ مبدأ «الفهم» فى الفيزياء الحديثة

(١٩٢٠ ـ ١٩٢٢)

لقد قضيت العامين الأولين من دراستى فى ميونخ فى عالمين مختلفين تماما ، أولهما كان دائرة الأصدقاء فى حركة الشبيبة والثانى المجال العقلى المجرد للفيزياء النظرية • وقد كان كل من هذين العـــالمين ملىء بالحيوية والاثارة بحيث لم يكن من السهل الانتقال كلية من أحدهما الى الآخر • لقد أصبحت المحاورات مع فولفجانج أثناء الحلقة العلمية لزومر فيلد تمثل جزءا هاما فى دراستى • ولكن فلسفة فولفجانج فى الحياة كانت مخالفة على طول الخط لفلسفتى • فبينما كنت أحب الأيام المشمسة وقضاء كل أوقات الفراغ خارج المدينة بقدر الامكان فى رحلات خلال الجبال الشاهقة أو الذهاب للسباحة والطبخ أو شواطىء البحيرات البافارية، كان فولفجانج يعشق الليل والمدينة ويفضل تجديد حيويته عن طريق زيارة الحفــــلات الصاخبة فى أى مكان بها ثم يقوم بعد ذلك بقضاء جزء كبير من الليل فى العمل المستمر فى حل مشكلاته الفيزيائية بتركيز كبير ونجاح رائع • ولكن ذلك كان ينعكس بالطبع على مواظبته فى زيارة محاضرات زومر فيلد الصباحية مما كان يثير الحزن فى نفس زومر فيلد • كان هذا الاختلاف فى نظم حياتنا سببا فى بعض تهكماتنا ولكنه لم يعكر صداقتنا أبدا • لقد كان اهتمامنا المشترك بالفيزياء قويا لدرجة أن كل الاختلافات بيننا فى المجالات الأخرى لم تلعب دورا فى صداقتنا •

كلما عدت بتفكيرى الى صيف عام ١٩٢١ وحاولت اجمال ذكرياتى الكثيرة فى تصور واحد ظهرت أمام عينى صور الخيام على حافة الغابات تغطيها أشعة الشمس الرمادية فى لحظات الشروق وتقع تحتها على البعد تلك البحيرة التى سبحنا فيها فى اليوم المنصرم وخلف البحيرة تتجلى مرتفعات البينيد يكتينفاند Benediktenwand • وبينما الرفاق يغطون فى النوم العميق تركت خيمتى كى أصل وحيدا الى محطة السكك الحديدية التالية ومنها أستطيع ركوب القطار المتجه الى ميونخ حتى لا نفوتنى محاضرة زومر فيلد الصباحية فى الساعة التاسعة من كل يوم • الطريق يهبط أولا الى البحيرة ثم يمر خلال أرض مبتلة ثم خلال مرتفع جليدى يمكن منه رؤية سلسلة جبال الألب من البينديكينفاند وحتى التسوجشبتيسا (Zugspitze) تتلألأ تحت أشعة الصباح • وتظهر فوق المزارع اليانعة آلات قطع الحشائش ثم أحس بالأسف لأننى لم أعد استطيع ربط احدى هذه الآلات بنور كبير والقيام بقطع الحشائش كلها كما كنت أفعل قبل ثلاث سنوات حين عملت كصبى فى جروستاليرهوف Grossthalerhof وفى ميزباخ (Mies bach) هكذا اختلطت فى خيالى صور حياة الفلاحين اليومية ببريق الأرض الزراعية واللقاء القادم مع زومر فيلد وتلاحمت الألوان المختلفة وأخذنى الزهو والاحساس بأننى أسعد انسان فوق الأرض •

عندما يظهر ڤولفجانج بعد ساعة أو ساعتين من انتهاء محاضرة زومر فيلد فى الحجرة المخصصة لحلقتنا العلمية فان لقاءنا يتم بالصورة الآتية :

فولفجانج : « صباح الخير ، هذا هو عابد الطبيعة • انك تبدو وكأنك قد أمضيت يوما آخر وفقا لمبادىء قديسكم روسو • أليس هو قائل المثل « عودوا الى الطبيعة ، الى الأشجار يا قرود » ؟ •

هيزنبرج : « المقطع الثانى من المثل لا ينتمى الى روسو • ولم يكن هناك تسلق للأشجار بالمرة • ولكن ربما لا تعنى « صباح الخير » بل على الأصح « ظهرا سعيدا » • انها الثانية عشرة ظهرا • اننى أكرر الساعة الثانية عشرة • ولكن ألا تريد أن تصحبنى معك الى احدى هذه العلب الليلية حتى اتوصل أخيرا الى هذه الأبحاث الفيزيائية الناجحة » •

فولفجانج : « ان ذلك لن يؤثر فيك • ولكن لعلك تخبرنى ما استنتجته من أبحاث كرامرز (١) (Kramers) التى تريد أن تروى لنا عنها شيئا فى الحلقة العلمية » •

---

(١) Hendrik Antony Kramers ولد فى سنة ١٨٩٤ ومات فى سنة ١٩٥٢ •

هكذا ينتقل الحديث الى المحاورات الموضوعية يشترك معنا فيها صديق دراستنا أوتو لابورتى (Otto Laporte) الذى كانت لباقته وخبرته العملية وسيطا خيرا بين فولفجانج وبينى • والذى قام بعد تخرجه بنشر أبحاث هامة تحت رعاية زومر فيلد حول « التركيب المتعدد للطيف » (Multipiett strukturendes Spekern) • وربما تكون من نتائج وساطته قيامنا نحن الثلاثة برحلة فوق الدراجات خلال الجبال التى تربط بين البينديكتبويرين (Bendiktbeuren) وأعالى الكيسيلبرج (Kessolberg) بجوار بحيرة الفالشين (Walchensee) ثم من هنـاك الى لويزاختال Ioisachtal • وكانت هذه هى المرة الوحيدة التى تجرأ فيهافولفجانج على الدخول الى عالمى • وقد أدت هذه الرحلة من خلال أحاديثنا الثلاثية أو الثنائية بين فولفجانج وبينى التى استمرت بعد ذلك فى ميونخ الى ثمار هائلة • واذن فقد وجدنا أنفسنا فجأة فى مسيرة واحدة لبضعة أيام متوالية تسلقنا فيها قمة الكيسيلبرج نجر عجلاتنا فوق الطريق شديد الانحدار ثم مررنا على طول الطريق الموازى للحافة الغربية لبحيرة الفالشين ولم أكن أخمن أثناء هذه اللحظات الرائعة أن هذه البقعة من الأرض ستصبح يوما ما نقطة انعطاف هامة فى حياتى القادمة • لعلى أذكر أننا قد مررنا أيضا بالموضع الذى ارتكن اليه عازف القيثارة العجوز وابنته أثناء رحلتهما الى ايطاليا فى قصة جوتى « عربة البريد »(Post Kutsche) كنموذج لمجنون وعازف القيثارة فى فيلهلم مايستر (Wilhelm Meister) من فوق البحر المظلم هناك استطاع جوتى لأول مرة ، كما يروى فى مذكراته ، أن يشاهد الجبل العالى الذى هامت قمته فوق السحب • بالرغم من أن قلوبنا اختلجت لهذه الصورة الرائعة فقد دارت محاوراتنا هناك حول المشاكل الخاصة بدراستنا وباهتماماتنا العلمية : سألنى فولفجانج فى احدى جلساتنا فى مطعم جراايناو Grainau عما اذا كنت قد فهمت النظرية النسبية لأينشتين التى لعبت دورا هاما فى الحلقة العلمية لزومر فيلد • وقد أجبته بأننى لا أعرف ما تعنيه كلمة « فهم » فى علمنا • فبالرغم من أن العمليات الرياضية المصاحبة للنظرية النسبية لم تكن معقدة حين اشتقاقى لها ، فان ذلك لا يعنى أننى قد تمكنت من « فهم » النظرية النسبية • اننى لا أعرف مثلا السبب فى أن ما يعنيه مشاهد متحرك بكلمة « زمان » يكون مختلفا عما يعنيه مشاهد ثابت • ان هذه الحيرة الناجمة من مصطلح الزمان مازالت شيئا رهيبا بالنسبة لى وبالتالى فهى غير مفهومة •

فولفجانج : « ولكن ، بما أن العمليات الرياضية ميسرة لك ، فانك تستطيع أن تحسب لكل تجربة معينة الزمن الذى يقيسه « المشاهد

الثابت » والزمن الذى يقيسه « المشـــاهد المتحرك » • وبما أنك تعرف أننا نملك كل الأسباب لافتراض أن التجربة العملية تمضى تماما كما تتوقع حساباتنا ، فاذن ما الذى تطلبه أكثر من هذا ؟ » •

هيزنبرج : « تلك النقطة بالذات هى مصدر صعوبتى » اننى لا أعرف أيضا ما الذى يمكننى طلبه أكثر من هذا • ولكننى أحس أن المنطق الذى تسير وفقا له العمليات الرياضية يخدعنى على نحو ما • أو يمكنك أن تقول ، أننى قد فهمت النظرية النسبية بالعقل ولكن لم أفهمها بالقلب بعد • اننى أعتقد أننى أعرف ما تعنيه كلمة « زمان » حتى بدون أن أتعلم الفيزياء ، كما أن تفكيرنا ومعاملاتنا اليومية تفترض هذا المفهوم الزمانى الساذج • ربما أستطيع أن أعبر عن هذا الموقف بقولى : ان فكرنا يستند على أن هذا المفهوم الذى نكتسب من خبراتنا اليومية صحيح وأننا نحقق به نجاحا مستمرا • أما اذا أردنا الآن القطع بما يعنيه هذا المفهوم ، فاننى لا أعرف ما اذا كانت لغتنا وفكرنا أدوات قادرة على التعبير عن ذلك • اننى أيضـــا لا أريد الاستناد الى كانط الذى يصف « الحيز » و « الزمان » أولا « كأشكال ظاهرية » وبذلك يعطى هذه الأشكال الأساسية صورا مطلقة تتفق مع مفهومنا لها فى الفيزياء القديمة • ان ما أريد أن أقوله اذن هو أن اللغة والتفكير يصبحان محل شك عند استخدامهما فى التعبير عن مفاهيم أساسية مثل هذه ، ومن المعروف أن « الشك » لا يتفق مع « الفهم » •

أوتـــو : « بالطبع فان المفاهيم المختلفة ــ كالحيز والزمان ــ تظهر فى مدرسة كانط وكأنها تحتمل معانى ثابتة لايمكن تغييرها • ولكن ذلك يوضح لنا فقط أن هذه المدرسة الفلسفية على خطأ • اننى لا أضع أهمية لمثل هذه الجمل الخطابية حول « جوهر (das Wesen) « الحيز » و « الزمان » • ربما أنك قد شغلت نفسك كثيرا بالأمور الفلسفية ، ولكن عليك أن تتبنى التعريف القائل « ان الفلسفة تعنى الانتهاك المنظم لمسميات ذاتية أقيمت لهذا الغرض (١) • اننا يجب علينا أن نرفض كل اعلان مطلق منذ البدء • وفى الواقع يجب علينا فقط استخدام الكلمات التى يمكن اسنادها الى ادراك حسى مباشر وبالطبع فانه من الممكن مبدئيا احلال كل ادراك حسى بالمشاهدة الفيزيائية المعقدة • عندئذ يصبح من الممكن فهم الكلمات والمصطلحات

---

(١) Philosophie ist der systematiche Missbrauch einer eignes zu diesem Zweck erfundeven Nomenklatur.

التى نستخدمها بلا تعقيد . لقـــد تركز النصر الكبير الذى أحرزه أينشتين فى اعادة اسناد المصطلحات الى ما يمكن مشاهدته بالفعل ، ولذلك فانه قد انطلق فى نظريته النسبية من الاقتناع البســيط بأن « الزمان » هو ما نقرأه من ساعاتنا . اذا التزمنا بهذا الاقتناع البسيط فاننا لم نصطدم بأى صعوبات فى فهم مصطلح الزمان وطالما أن نظرية ما قد أدت الى التنبؤ الناجح لنتائج المشاهدات ، فانهـا تزودنا بذلك بكل ما هو مهم فى عملية « الفهم » » .

فولفجانج : « ان ما تقوله يعد صحيحا فقط تحت افتراضـــات مهمة لا يجب تركها دون ذكر . أولا : يجب التـــأكد من أن تنبؤات النظرية واضـــحة وخالية من المتناقضات ، وهذا المبدأ قد تحقق فى النظرية النسبية من خلال العمليات الرياضية التى يسهل النظر اليها . وثانيا : يجب أن نستنتج من التركيب المجرب للنظرية « الظواهر التـــكرارية » التى يمكن تطبيق النظرية عليها وتلك المخالفة لذلك اذا لم يتوافر هذان الشرطان فانه يصبح من السهل تفنيد النظرية ، وذلك لاعتقادى أنه لا توجد نظرية يمكنها التنبؤ بكل الظواهر التكرارية فى هذا الكون . وحتى اذا توافر الشرطان السابقان ، أى اذا استطعنا التنبؤ بكل الظواهر التكراريـة التى يمكن تطبيق النظرية عليها ، فاننى لست متأكدا تماما ما اذا كان من حقنا عندئذ القول بأننا قد فهمنا النظرية . بل اننى أستطيع تصور عكس هذه القضية وهو أنه يمكننا أن نفهم تماما المجال الذى يمكن تطبيق النظرية عليه ولكننا لا نستطيع بدقة التنبؤ الحسابى لنتائج المشاهدات المستقبلية » .

عندئذ حاولت استخدام الأمثلة التاريخية فى برهـان شـكى فى المساواة بين « امكانية التنبؤ الحسابى » و « عملية الفهم » .

هيزنبرج : « لعلك تعرف أنه فى عصر الاغريق قد فكر الفلكى ارستارخ(١) (Aristarch) فى احتمال أن تكون الشمس هى مركز نظامنا الكوكبى وليست الأرض ، ولكن هذه الفكرة رفضت من قبـــل هيبارخ (٢) (Hipparch) ثم تبددت فى عالم النســيان ، وأن بطليموس (٣) (Ptolemaus) قد انطـــلق من مبدأ أن الأرض

(١) ولد فى عام ٣٢٠ ق.م .
(٢) ولد ١٩٠ ــ ١٢٠ ق.م .
(٣) Glaudius Ptoleuios أحد علماء الجغرافيا والفلك والرياضيات المصريين عاش فى الاسكندرية بين ٨٥ ــ ١٦٠ ميلادية .

ثابتة فى مركز نظامنا الكوكبى واستطاع بذلك أن يحسب مدارات الكواكب كتراكمات كثيرة من أشكال هندسية مختلفة ، وتمكن بهذه الطريقة من حساب كسوف الشمس وخسوف القمر بكل دقة. كما أنه من المعروف أن نظرية بطليموس قد استمرت سارية المفعول لقرن ونصف من الزمان باعتبارها أساسا راسخا لعلم الفلك • ولكن هل فهم بطليموس نظامنا الكوكبى حقا ؟ ألم يكن نيوتن ـ الذى عرف « قانون القصور الذاتى » وأدخل « القوى » كفلك لتغيير « كميات الحركة » ـ هو الذى فسر فعلا حركة الكواكب باستخدام « قوة التثاقل » ؟ ألم يكن نيوتن هو أول من « فهم » « نظامنا الكوكبى » ؟ ان هذه المشكلة تعتبر بالنسبة لى قضية حاسمة • أو لنأخذ مثلا آخر من التاريخ الحديث للفيزياء • عندما اكتشفت « الظواهر الكهربية » فى نهاية القرن الثامن عشر ، استطاع الفيزيائيون اجراء حسابات دقيقة « للقوى الكهروستاتيكية » التى تعمل بين جسمين مشحونين ـ هذا ما درسته عند زومر فيلد ـ ، ثم ظهر بعد ذلك الرأى القائل بأن « الأجسام » ـ تماما كما هو الحال فى « ميكانيكا نيوتن » ـ هى «الحاملة للقوى» • ولكن فقط عندما غير العالم الانجليزى فاراداى(١) (Faraday) القضية الى سؤال حول « مجال القوى » ، أو بمعنى آخر الى السؤال حول « توزيع القوى » فى « الحيز » و « الزمان » ، استطاع بذلك التوصل الى أسس فهم « الظواهر التكرارية الكهرومغناطيسية » ، تلك التى نجح ماكسويل (٢) (Maxwell) فى التعبير عنها رياضيا » •

أوتو : « اننى اعترف أن هناك درجة اختلاف معينة ولكننى لا أرى اختلافا جوهريا • لقد كان علم الفلك البطليموسى جيدا جدا والا لما استمر تدريسه لخمسة عشر قرنا من الزمان • » كما أن علم الفلك النيوتينى لم يكن فى البداية أكثر حظا • ولكن بمرور الوقت فقط استطاع الفلكيون استخدام « ميكانيكا نيوتن » فى التنبؤ الحسابى الدقيق لحركة الأجسام السماوية واستنباط المدارات فى نظامنا الكوكبى بطريقة أدق مما قام به بطليموس • اننى فى الواقع لا أستطيع التسليم بأن نيوتن قد قدم شيئا أساسيا أفضل من

---

(١) Michael Faraday فيزيائى انجليزى (١٧٩١/٩/٢٢ ـ ١٨٦٧/٨/٢٥) •
(٢) James Clerk Maxwell فيزيائى انجليزى (١٨٣١/٦/١٣ ـ ١٨٧٩/١١/٥)

بطليموس · لقد أعطى فقط « تمثيلا رياضيا » آخر لحركة الكواكب وقد ثبت على مر القرون أن هذا التمثيل هو الأكثر نجاحا » ·

فولفجانج : « اننى أعتقد أن علم الفلك النيوتينى يختلف جوهريا عن ذلك البطليموسى · لقد غير نيوتن القضية برمتها · انه لم يسأل عن الحركة التى تقوم بها الكواكب ولكن عن عللها · لقد وجد هذه العلل فى « القوى » ومن ثمة فقد اكتشف أن « القوى » فى « نظامنا الكوكبى » أسبق من « الحركة » التى يمكن وصفها عن طريق قانون التثاقل · وعندما نقرأ الآن بأننا قد فهمنا فقط منذ عصر نيوتن « حركة الكواكب » فاننا نعنى هنا أننا نستطيع تفسير المشاهدات الدقيقة لحركة الكواكب المعقدة بواسطة شىء بسيط وهو « القوى التثاقلية » · بينما يستطيع بطليموس أن يصف « الحركة المعقدة » باستخدام « تراكمات أشكال هندسـية » ولكنه يعتبر «الحركة» ذاتها شيئا وضعيا · أضف الى ذلك أن نيوتن قد بين أثناء دراسته « لحركة الكواكب » أن نفس الشىء يحدث فى حركة حجر مقذوف ، وتذبذب البندول وحركة الدوامة · ان كل هذه الظواهر المختلفة تستـند عند نيـوتن على نفس القـانون الشـهير « كتلة × عجلة = قوة » وبالتالى فان تفسيره للنظام الكوكبى يفوق كثيرا تفسير بطليموس » ·

أوتـو : « ان كلمة علة » هنا ، فى قولك « القوة علة الحركة » ، تمثل شيئا جميلا حقا ، ولكننا بذلك نكون قد خطونا خطوة صغيرة جدا الى الأمام · ذلك أن علينا أن نطرح السؤال عن « علة القـوة » ؟ أو « علة التثاقل » ؟ وبالتالى فانه من المنطق أننا اذا عرفنا الاجابة على هذا السؤال نكون قد فهمنا «حركة الكواكب» أكثر من نيوتن ؟ وبالطبع يمكننا الاستمرار فى السؤال عن « علة علة التثاقل » ، وهكذا ·· الى ما لا نهاية » ·

فولفجانج : « بالطبع يمكننا الاستمرار فى التساؤل الى ما لا نهاية ، فعلى هذا يستند كل علم · ولكن ذلك فى قضيتنا لا يعد مهما بالمرة · ان فهم الطبيعة يعنى بالقطـع النظر العميق فى العـلاقات بين مكوناتها والتأكد اللامحدود من أننا قد عرفنا ميكانيكية تفاعلاتها الداخلية · ان مثل هذه المعرفة لا يمـكن أن تتم عن طريق فهم ظاهرة واحدة أو مجموعة من الظواهر ، حتى لو اكتشـفنا فيهم نظما معينة ، والكن ذلك يتم من خلال التعرف على مجموعة كبيرة جدا من الظواهر وامكانية اسنادها الى جذور بسيطة · عندئذ فان الثقة

فى هذه الجذور تستند الى الوفرة فى عدد الظواهر الطبيعية • ويقل احتمال الخطأ ، كلما اتسعت دائرة الظواهر وكلما كان المبـــدأ المشترك الذى تستند عليه بسيطا • وبالطبع فقد نستطيع بعـد ذلك اكتشاف مبادىء أكثر شمولية ولكن هذا لا يعتبر هدفا فى حد ذاته » •

هيزنبرج : « واذن فانك تقر بأننا نستطيع الاعتماد على النظرية النسبية لأنها تحمل وفرة كبيرة من الظواهر ، كتلك التى ترتبط بمجال « الديناميكا الاليكترونية للأجسام المتحركة » ، وتسندها الى جذور واحدة ، ولأن « العـلاقة الموحدة » (einheitliche Zusammenhang) هنا تعتبر سهلة ويمكن اشتقاقها رياضيا • ومن هنا فانك تقر أيضا أننا نكون بذلك قد فهمنا النظرية النسبية ، بالرغم من أننا يجب أن نعود أنفسنا على معان جديدة ــ أو قل متغيرة ــ لمصطلحات « الحيز » و « الزمان » » •

فولفجانج : « نعم ، هذا ما أعنيه تقريبا • ان الخطوة الحاسمة لدى نيوتن ولدى العـــالم ــ الذى ذكرته أنت ــ فارادای كانت تنصب على التركيب الجديد لمكونات السؤال وبالتالى الوصول الى بناء اصطلاحى واضح وجديد• ان «الفهم» بمعناه العام اذن هو تصورات ، وامتلاك مصطلحات ، يمكن بها التعرف على مجموعة كبيرة جدا من الظواهر كوحدة مترابطة ، وهذا يعنى امكانية ادراكها • ان تفكيرنا يهدأ عندما نتبين أن موقفا جديدا متميزا ومحيرا ما هو الا حالة خاصة من شىء عام يمكن دراسته بسهولة فى حد ذاته • ان اسناد المتعدد المختلف الى الشىء العام والسهل ــ أو كما قال الاغريق « اســناد الكثرة الى الوحدة » ــ هو ما نعنيه « بمبدأ الفهم » • كما أن « القدرة على التنبؤ الحسابى » تعتبر نتيجة للفهم أو نتيجة لامتلاك المصطلحات الملائمة ، ولكنها ليست مكافئة « للفهم » » •

أوتــو : « الانتهاك المنظم لمسميات ذاتية أقيمت لهذا الغرض !! » اننى لا أرى لماذا نقوم بتعقيد الأمور هكذا ؟ • ان الأمر بسيط للغـاية • اذا استخدمنا اللغــة بحيث انها تستند الى المدرك المباشر فان ذلك لن يؤدى الى سوء الفهم ، وذلك لأننا سنعرف عندئذ المقصود بكل كلمة واذا التزمت أى نظرية بهذا الشرط فاننا سنستطيع فهمها بدون فلسفة » •

فولفجانج : « ان شرطك الذى يبدو مقبولا عقـــليا هو ــ كما تعرف ــ

ما نادى به ماخ (١) (Mach) ، ويقال فى بعض الأحيان أن أينشتين قد اكتشف النظرية النسبية لالتزامه بفلسفة ماخ • ولكن مثل هـــذه الاســـتنتاجات تعتبر خلطا للأمور • انه لمن المعروف أن أينشتين لم يعتقد فى وجود الذرات ، لأنه استطاع أن يبرهن بحق على أننا لا نستطيع مشاهدتها مباشرة • ولكن هناك وفرة غزيرة من الظواهر فى الفيزياء والكيمياء ، نأمل الآن فهمها ، بعد أن اعترفنا بوجود الذرات • وفى هذا الموضع يبدو أن ماخ قد ضل طريقه باستخدامه لمبدئه الأساسى الذى تحبذه أنت أيضا • واننى لا أريد اعتبار هذا مصادفة بحتة » •

أوتـو : « ان كل انسان خطاء • ولكن لا يمكن أن يكون ذريعة لتمثيل الأشياء بطريقة معقدة أكثر مما هى عليه • ان النظرية النســبية فى الواقع تعد سهلة لدرجة أننا نستطيع أن نفهمها فعـــــلا ، أما النظرية الذرية فمازال الموقف فيها غامضا » •

مع نهاية حديثنا هذا كنا قد وصـــلنا الى ميونخ ولكن المحاورات استمرت بعد ذلك فى الحلقات العلمية هناك وفى كثير من الأحيـان مع أستاذنا زومر فيلد نفسه • دار الموضوع الأول للحلقة العلمية لزومر فيلد حول التجربة الهامة التى أجراها العالم الانجليزى رذرفورد(٢) وحول نظرية بوهر(٣) ، الذرية التى يعتبر فيها الذرة « كنظام كوكبى » مصغر تقع فى مركزه « النواة » التى تمثل كتلة الذرة كلها بالرغم من أن حجمها أصغر كثيرا من حجم الذرة وتدور حولها « الاليكترونات » مثل الكواكب • لكن « مسارات » هذه الاليكترونات لا تتعين عن طريق القوى أو ما قبـل التاريخ كما أنها لا تتغير بفعل الاضطرابات الخارجية ولكنها تتحدد عن طريق فروض أخرى ليس لها علاقة بميكانيكا الفلك المتعارف عليها • وهذه الفروض تعمل على تفسير الاستقرار الغريب للمادة ازاء المؤثرات الخارجية •و بناء على البحث الشهير لبلانك (٤) فى عام ١٩٠٠ • فقـد سميت هذه الفروض « بشروط الكم » (Quantenbedingungen) • وقد أدت هذه الشروط الى « مبدأ العددية » (Zahlenmystik) الغريب فى الفيزياء الذرية الذى تحدثت عنه سابقا • أما بالنسبة للكميات التى تتعين بها المسارات المختلفة فهى أعداد صـــحيحة من التكرارات لوحدة

---

(١) Ernst Mach ، فيزيائى وفيلسوف ألمانى (١٨٣٨/٢/١٨ ـ ١٩١٦/٢/١٩) •

(٢) E nest Ruthertrud فيزيائى انجليزى (١٨٧١/٨/٣٠ ـ ١٩٣٧/١٠/١٩) •

(٣) Niels Bohr فيزيائى دانمركى (١٨٨٥/١٠/٧ ـ ١٩٦٢/١١/١٨) •

(٤) Max Planck فيزيائى ألمانى (١٨٥٨/٤/٢٣ ـ ١٩٤٧/١٠/٤) •

أساسية تدعى « كم بلانك المؤثر » · وقد ذكرتنا هذه القواعد بملاحظات فيثاغورس التي يتم وفقــا لها حـدوث « الرنين المنتظم » بين خيطين متذبذبين اذا كانت أطوالهما تتناسب عدديا فيما بينهما بشرط أن تتساوى قوى الشــد في الخيطين · ولكن ترى ما هي العــلاقة بين « مســارات الاليكتــرونات الكوكبيــة » وبين « الخيســوط المتذبذبة » ؟ ، وكيف يمكننا تفسير عملية انبعاث الضوء من ذرات الأجسام الساخنة ؟ وفقا لهذه النظرية ، فان الاليكترون ينتقل قفزا من « مسار كمى » معين الى مسار آخر كما أن الطاقة المتحررة نتيجة هذه القفزة يبثها الاليكترون على هيئة « حزمة ضوئية » أو « كم ضوئي » من « الأشعة المنبعثة » · ولم يكن من الممكن لنا أن نأخذ كل هــذه التصورات مأخذا جادا لولا قدرتها على تفسير مجموعة كبيرة من التجارب · بيد أن هذا الخليط من « مبدأ العددية » و « التفسير الوضعي » لكثير من التجارب قد أثار لدينا نحن الشباب مزيدا من الرغبة في الكشف عن الحقيقة · لقد أعطاني زومر فيلد بعد وقت قصير من بداية الدراسة مسألة تدور حول حساب « المسارات الاليكترونية » و « أعداد الكم » الخاصة بظاهرة ما كان قد شاهدها صديق له يعمل في الفيزياء العملية · ولم يكن حل هذه المسألة صعبا ولكن النتيجة كانت غريبة في حد ذاتها · فقد بدا لي أنه لتفسير النتائج العملية يلزم استخدام « أعداد كم صحيحة » و « بأنصاف أعداد كم » أيضا ، ممـا يتناقض مع روح « نظرية الكم » و « مبدأ العددية » لزومر فيلد · كان تعليق فولفجانج بهذا العدد مؤداه أنني سوف أدخل في المستقبل « أرباع أعداد كمية » ثم « أثمان أعداد كمية » وهكذا حتى تتحطم كل « نظرية الكم » على ساعدي · ولكن التجارب بعد ذلك أيدت أهميــة استخدام « أنصاف أعداد كمية » وبذلك فقد صارت « أنصاف الأعداد » هــذه عنصرا جـديدا من ضمن العنــاصر التي أشرت اليها سالفا والتي توجب علينا تفسير مغزى وجودها · اهتم فولفجانج آنذاك بمشكلة أكثر صعوبة من مشكلتي تدور حول اختبار صحة نظرية بوهر و « شروط الـكم » لبوهر وزومر فيلد عند تناول نظام معقد يمكن حله بطرق الفلك المعروفة · وذلك بعد أن تطرق الشك الينا في ميونخ بشأن النجاح الحالي « لنظرية الكم » ، ومدى قابلية تطبيقها على النظم المعقدة ·

في يوم من الأيام سألني فولفجانج بعـد حلقتنا العلمية السـؤال الآتي :

فولفجانج : « هل تعتقد حقا أن هناك شيئا مثل « مسارات الأليكترونات » في ذرة ما ؟ » ·

هيزنبرج : « بالطبع فانه من الممكن مشاهدة « مسارات الأليكترونات » فى « غرفة الضباب » (١) مباشرة · ان الشريط المركز المضىء فوق قطرات الماء يبين لنا أين سار الاليكترون · واذا كان هناك « مسار للاليكترون » فى « غرفة الضباب » فلابد وأن يكون هناك مسار داخل الذرة · غير أننى أعترف أننى أشك أيضا بعض الشىء فى هذا · وذلك لأننا نعتبر « مسار الاليكترون » بناءا على « ميكانيكا نيوتن الكلاسيكية » الا أننا نعطيه من خلال « شروط الكم » نوعا من « الاستقرار » لا يجب أن يكون فى حوزته وفقا لهذه الميكانيكا · كما أننا نزعم بأن الاليكترون يقفز من مسار الى آخر وتنبعث خلال عملية القفز « كميات من الأشعة » ، غير أننا لا نقول شيئا عن عملية القفز هذه · هل هى أفقية ؟ أو رأسية ؟ أو أنها فى اتجاه آخر ؟ واذا فرضنا الآن أن كل تصوراتنا عن « مسارات الاليكترونات » فى الذرة لا تعدو الهواء ! فماذا اذن بعد ذلك ؟ »

فولفجانج : « انها أسطورة رهيبة حقا · اذا كان الاليكترون يسير فى مسار محدد داخل الذرة فلابد أن تكون له « ذبذبة دورية » محددة واذن فلابد ــ وفقا لقوانين « الديناميكا الكهربية » ــ أن تنبعث منه « اهتزازات اليكترونية » بوصفه شحنة متحركة دوريا ، مما يعنى انبعاث ضوء له هذه الذبذبة · والا فان ذبذبة الاهتزاز للشعاع المنبعث تكمن فى مكان ما بين ذبذبة المسار قبل القفزة الرهيبة وبعدها · وكل هذا يعتبر فى الواقع جنونا بلا حدود » ·

هيزنبرج : « بالرغم من أنه جنون ، فهو مطابق للواقع » ·

فولفجانج : « ربما يزعم نيلز بوهر الآن أنه يعرف « المسارات الاليكترونية » لكل ذرة فى « الجدول الدورى للعناصر الكيميائية » ، بينما نعتقد هنا ــ اذا كنا صادقين مع أنفسنا ــ أنه لا وجود على الاطلاق لمثل هذه المسارات · بيد أن زومر فيلد ما زال يعتقد فى وجودها أيضا · ولكن ماذا عن « مسار الالكترون » فى « غرفة الضباب » ؟! · اننا جميعا نستطيع مشاهدة ذلك بالفعل · واذن فربما يكون نيلز بوهر محقا على نحو ما ، ولكننا لا نعرف على أى نحو » ·

---

(١) أنبوبة مليئة ببخار الماء أو أبخرة اخرى تستعمل للتعرف على مسارات الاليكترونات أو اشعة الفا ، وبيتا وجاما ·

هيزنبرج : « اننى أعتبر فيزياء بوهر فاتنة للغاية بالرغم من كل هـذه المشاكل · ان بوهر يعرف بالقطع أنه قد اعتبر فرضا متناقضا فى حد ذاته ، وبالتالى فلا يمكن أن يكون هذا الفرض صحيحا · ولكن بوهر لديه غريزة صادقة لكيفية بناء نظرية كاملة على هذا الفرض تعتبر مطـابقة للأحـداث الذرية · ان اسـتخدام بوهر للميكانيكا الكلاسيكية » و « نظرية الكم » هنا يشبه تماما استخدام الرسام للفرشـــاة أو الألوان · بالطبع فان أى صورة لا تتحدد من الألوان والفرشاة ولكنهما لازمتان فى اخراج ما يدور فى مخيلة الفنان بطريقة غير مكتملة · ان بوهر يعرف تماما تصرف الذرات أثناء الظواهر الضوئية » وأثناء « التفـــاعلات الكيميائية » وقد أكسبته هــذه المعرفة عن طريق الحدس تصـــورا لتركيب الذرات المختلفة · وهو يريد أن ينقل هذه الصورة الى الفيزيائيين الآخرين باستخدام العوامل المســـاعدة الغير مكتملة ، أى « المســـارات الاليكترونية » و « شروط الكم » ·

واذن فانه لا يوجد دليل لدينا على أن بوهر يعتقد فى وجود « المسارات الاليكترونية » فى الذرات · ولكنه مقتنع بوجود صورة معينة · وعلينا ألا نعتبر وجود تعبير لغوى أو رياضى مناسب عن هذه الصور مأساة محققة ، بل واجب مغر لنا » ·

فولفجانج : « اننى أريـــد أن أتوصـــل الى ما اذا كانت فروض بوهر وزومر فيلد تؤدى الى نتائج معقولة فى المشكلة التى أرغب حلها · اذا لم يكن ذلك هو الحال ، وهو ما آكاد تخمينه بالفعـــل ، فان علينا أن نقر بفشل هذه الفروض وبذلك نكون قد أنجزنا خطوة الى الأمام · ولكن دعنى أعترف هنا أن صورة بوهر تعتبر صحيحة على نحو ما · بيد أننى لا أعرف كيف يمكن تفســـيرها وما هى القوانين الحقيقية التى تكمن خلفها ؟ ·

بعد بضعة أيام سألنى زومر فيلد فجأة ــ بعد مناقشة طويلة حول نظرية بوهر الذرية ــ « هل تريد التعرف على نيلز بوهر شخصيا ؟ · ان بوهر سيأتى قريبا الى جوتنجين Gottingen لالقاء سلسلة من المحاضرات حول نظريته ، وأنا مدعو الى هذه المحاضرات ، وأســتطيع أن آخذك معى » · مرت من جانبى لحظات من التردد ، ذلك أن السفر بالقطـار الى جوتنجن والعودة من هناك كانا يمثلان عبئا ماديا لا يمكن حله · ربما لاحظ زومر فيلد تلك السحابة فوق وجهى فأردف مسرعـا بأنه سيغطى تكاليف رحلتى وبالتالى فقد كانت اجابتى واضحة على التو ·

زين الصيف المبكر لعـام ١٩٢٢ جوتنجين ، تلك المدينـة الوديعة المليئة بالفلات والحدائق على منحدر الهاينبرج (Hainberg) ، بالحشائش اليانعـة والورود وأحواض الزهور الجميلة حتى أن بريقها كان مبعثا للوصف الذى أطلقناه على محاضرات بوهر « حفلات بوهر الموسمية فى جوتنجين » ، وظلت معه صورة المحاضرة الأولى ثابتة فى ذاكرتى على الدوام • كانت قاعة المحـاضرات مكتظة للغـاية حين وقف الفيزيائى الدانمر كى بقوامه الاسـكندنافى مطأطئـا الرأس مشرق الوجه فوق البوديوم الذى أضاءته أشعة الشمس الساقطة من النافذة البعيدة فى القاعة • انطلق بوهر يتحدث بصوته المنخفض تعلوه لكنة دانمركيـة خفيفة وعندما وصل الى شرح الفروض التى قامت عليهـا نظريته بدأ يختار كلماته بعناية فائقة وحذر شديد أكثر من ذلك الذى تعودناه من زومرفيلد وقد تجلت خلف كل تعبير من تعبيراته المختارة سلسلة طويلة من الأفكار العميقة قيلت بداياتها وذابت نهاياتها فى موقف فلسـفى مبهر للغاية • لقـد بدا مضمون المحاضرة جديدا وليس جديدا فى نفس الوقت • فمن خلال دراستنا لنظرية بوهر لدى زومر فيلد كان موضوع المحاضرة الأولى معروفا لنا ولكن الطريقة التى عرض بها بوهر نظريته جعلتها تبدو مختلفة تماما • لقد كان واضحا أن بوهر قد حصل على كل نتائجه من خلال التخمين والحدس وليس عن طريق الحسابات والبراهين المثبتة ، وبالتالى فلم يكن من السهل له أن يدافع عن آرائه أمام مدرسة الرياضيات المتقدمة جدا فى جوتنجين (١) • بعد كل محاضرة كانت تعقد مناقشات طويلة كنت أصغى اليها بتحفز كبير وكلما أردت أن ألقى سؤالا أخذنى التردد والخوف فألتزم الصمت حتى تجرأت بعد المحاضرة الثالثة وقررت أن أوجه سؤالا • لقد ذكر بوهر كل أبحاث كرامر التى تناولتها بالشرح فى حلقة زمرفيلد العلمية ثم قال فى النهاية : بالرغم من أن أسس النظرية لم تفسر بعد فانه يمكننا أن نطمئن الى أن نتائج كرامر صحيحة وأن التجارب العملية ستؤيدها فى المستقبل » • وعليه فقـد وقفت وقدمت اعتراضنا الذى استنتجناه عن طريق محاوراتنا فى ميونخ والذى أدى الى الشك فى نتائج كرامر • لقد لمس بوهر أن الاعتراض يعتمد على دراسة وافية وعميقة لنظريتـه • كانت اجابة بوهر مترددة وأحسست منهـا أن القلق قد اعتراه بسبب هذا الاعتراض ، فى نهاية

---

(١) كان ذلك هو العصر الذهبى للرياضيات الحديثة تحت قيادة علماء مثل دافيد هيلبرت (١٨٦٢/١/٢٣ ـ ١٩٤٣/٢/١٤) ، ريشـارد كورنت (١٨٨٨/١/٨ ـ ١٩٧٢/١/٢٧) ، فيليـكس كلاين ، (١٨٤٩/٤/٢٥ ـ ١٩٢٥/٦/٢٢) ، فالتر ريتز (١٨٧٨/٢/٢٣ ـ ١٩٥٩/٧/٧) وآخرين •

المناقشة جاء بوهر وسألنى ما اذا كان من الممكن أن نخرج بعد الظهر فى جولة فوق جبال الهاين (Hainberg) وذلك لكى نتناول الحديث حول أسئلتى بافاضة أكثر • لقد كان لهذه الجولة أكبر الأثر فى حياتى العلمية بعد ذلك ، بل ربما أستطيع أن أقول ان كل تطورى العلمى الحقيقى قد بدأ فعلا بهذه الجولة •

أخذنا الطريق الى أحد الممرات الغابية فوق المرتفعات التى كللتها أشعة الشمس والتى أمكننا منها رؤية المدينة كلها والتعرف على أبراج كنيستى يوحنا ويعقوب وحتى كل المرتفعات على الجانب الآخر • بدأ بوهر الحديث بأن عاد الى المناقشة التى تمت فى الصباح :

بوهر : « لقد أثرت فى الصباح بعض التحفظات ضد أعمال كرامر . ويجب على أن أقر على التو بان تحفظاتك مفهومة تماما • اننى أعتقد أنه يجب على أن أوضح لك موقفى بشىء من التفصيل • اننى أساسا متفق معك أكثر مما تعتقد ، كما أننى أعرف بالطبع أن علينا أن نكون حذرين بشأن كل ما نزعمه حول « التركيبات الذرية » ربما يجب على أن أبدأ باخبارك بعض الشىء عن تاريخ هذه النظرية • ان البداية لم تكن فكرة أن الذرة عبارة عن « نظام كوكبى مصغر » وأنه يمكننا تطبيق قوانين الفلك عليها • اننى لم آخذ هذا حرفيا هكذا ، ولكن نقطة البداية بالنسبة لى كانت تنحصر فى « استقرارية المادة » (Stabilitat der Materie) التى تعتبر احدى المعجزات من وجهة النظر الفيزيائية • اننى أعنى بكلمة « استقرار » هنا أنه دائما وأبدا يتكون نفس العنصر بنفس خصائصه ، وأن نفس البللورة تتكون دائما ، ونفس الرابطة الكيميائية تخلق مرة أخرى ، •• وهكذا • وهذا يعنى مثلا أنه مهما كانت التغييرات الناجمة عن طريق المؤثرات الخارجية ، فان « ذرة الحديد » تظل « ذرة حديد » لها نفس الخواص المحددة • ان ذلك لا يمكن فهمه وفقا « للميكانيكا الكلاسيكية » ، وخصوصا عندما نشبه الذرة « بنظام كوكبى » معين • ان الطبيعة اذن لديها الميل نحو تكوين أشكال محددة ــ وأعنى هنا المعنى العام لكلمة « شكل » ــ وهذه الأشكال حتى بعد اضطرابها وتحطيمها تتكون مرة أخرى ودائما وأبدا • اننا نستطيع أن نجد علاقات مماثلة فى البيولوجيا • هناك يتجلى ذلك فى « استقرار الأجسام الحية » ، ولكن الموضوع فى البيولوجيا يتعلق « بتركيبات » معقدة لا أريد الحديث عنها الآن • اننى أريد أن أتحدث هنا عن « الأشكال » البسيطة جدا التى نقابلها فى الفيزياء والكيمياء • ان وجود « العناصر

الأحادية » و « الأجسام الصلبة » ، كل هذا يعتمد على « استقرار الذرات » كذلك فان حقيقة أننا نحصل من اسطوانة الاضاءة المملوءة بغاز معين دائما على ضوء له نفس اللون ونفس « خطوط الطيف » ٠ كل هذا بالطبع ليس مفهوما بذاته ولكن على العكس فانه يبدو غير مفهوم عندما نفترض « القوانين الأساسية لفيزياء نيوتن » ، أى « الحتمية السببية المقيدة للحدث (die Strenge Kausale Determiniertheit des Geschehens وبمعنى آخر عندما يكون الموقف اللحظى نتيجة حتميـــة للماضى السابق له مباشرة ٠ هـــذا التناقض بين « الاستقرارية » و « الحتمية السببية » أثار قلقى منذ زمن بعيد ٠ ربما كانت المعجزة الخاصة « باستقرارية المادة » ستظل لوقت طويل دون الانتباه اليها ، لو لم يسلط الضوء عليها فى عشرات السنين السابقة من خلال تجارب هامة من نوع آخر ٠ لقد وجد بلانك ــ كما تعرف ــ أن « طاقة » أى « تكوين ذرى » تتغير « بلا استمرارية » ، وأنه خلال « انبعاث الطاقة » من هذه التكوينات توجد « وقفات » ذات طاقات محددة ، سميتها بعد ذلك « مستويات الثـــبات » (Stationare Zustamde) ٠ ثم تلت بلانك التجارب التى قام بها رذرفورد حول تركيب الذرة والتى أصبحت مهمة بالنســـبة لكل التطورات اللاحقة ٠ هناك فى مانشيستر استطعت التعرف عـلى المشكل الكلى فى معمل رذرفورد ٠ لقد كنت آنذاك فى سنك تقريبا وقد قمت بأحاديث مستفيضة مع رذرفورد حول كل القضايا الخاصة بهذا الموضوع ٠ كما قمت هنـــاك باجراء أبحاث حـول « ظاهرة التفريغ الضوئى » حيث أمكننى قياس « خطوط الطيف » الخاصة بكل « العناصر الكيميائية » ٠ وبالطبع فان هناك عديدا من التجارب الكيميائية الأخرى التى تضم وفرة غزيرة من المعلومات حول تصرفات الذرات ٠ من خلال كل هذه التطورات التى عشتها عن قرب برز لى سؤال واحد عن العلاقة بين كل هذا ٠ ان النظرية التى حاولت تكوينها لها واجب واحد وهو استنباط هذه العلاقة ٠ ولكن هذا الواجب فى الحقيقة بلا أمل ، انه واجب من نوع لم نعهده من قبل فى العلوم الطبيعية ٠ ذلك انه فى كل الفيزياء السابقة وفى أى علم آخر ، أمكننا دائما تفسير الظواهر الجديدة من خلال المصطلحات والطرق التى فى متناول أيدينا وعليه فقد أمكننا اسناد هذه الظواهر الى ظواهر وقوانـين معروفة من قبل ٠ أما فى حـالتنا هذه فـان « استقرارية المادة » تجعل « فيزياء نيوتين » غير سارية المفعول داخل الذرة ، ولكنها على احسن الظروف تستطيع فقـــط تزويدنا بنقط

ارتكاز ومن هنا فانني أعتقد أنه لن يكون هناك « وصف ظاهرى » « لتركيب الذرات » ، ذلك لأن مثل هذا الوصف لابد وأن تستخدم فيه « مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية » التى لا تستطيع ادراك ما يحدث داخل الذرة • لعلك تفهم الآن ، أننا بنظرية كهذه التى اقترحناها نقوم بمحاولة شيء مستحيل • ذلك أننا يجب أن نقول شيئا عن « تركيب الذرة » ولكننا لا نملك « اللغة » التى نستطيع بها التعبير عما نريده بطريقة مفهومة • واذن فان موقفنا يشبه المسافر بالبحر الذى يريد الذهاب الى أرض بعيدة لا تختلف فيها ظروف الحياة عما يعهده فقط بل ان اللغة التى يتحدثها الناس هناك غير معروفة له أيضا • ان الفهم بالنسبة له يعد مطلبا أساسيا لكنه لا يملك أداة التفاهم نفسها • فى مثل هذه المواقف لا تستطيع نظرية معينة أن تقوم بالتفسير بالمعنى المتعارف عليه فى كل فروع العلم الأخرى ، ومن هنا فان علينا فقط الاشارة الى العلاقات الكامنة والتقدم بعناية فى محاولة الكشف عنها • هذا هو أيضا المقصود من حسابات كرامر ، وربما لم أكن حذرا فى تعبيراتى بهذا الشأن فى صباح اليوم » •

لقد شعرت مباشرة من كلمات بوهر هذه كيف أن كل الشكوك والاعتراضات التى طرحناها فى ميونخ كانت معروفة له • ولتأكيد أننى قد فهمت ما أراد قوله وجهت اليه السؤال الآتى :

هيزنبرج : « ما الذى تعنيه اذن تلك « الصور الخاصة بالذرات » التى استعرضتها وتحدثت عنهـا فى الأيام الأخيرة والتى أسندتها الى أسباب معينة ؟ ترى ما الذى تعنيه هذه « الصور » ؟ » •

بوهر : « لقد كونا هذه « الصور » بناء على تجاربنا وخبراتنا ، أو اذا أحببت لقد خمناها وفقا لهذه التجارب ولم نكتسبها عن طريق الحساب باستخدام نظرية معينة • اننى أتمنى أن تتمكن هذه « الصور » من وصف « التركيبات الذرية » بطريقة جيدة بقدر ما هو مسموح به فى « اللغة الظاهرية للفيزياء الكلاسيكية » • ويجب أن يكون واضحا لنا الآن أن « اللغة » التى نستخدمها هنا تلعب نفس الدور الذى تلعبه « اللغة » فى الشعر • هناك أيضا لا تستعمل « اللغة » فى الوصف الدقيق للظروف والموضوعات ولكن فى تكوين « صور » فى شعور المستمع وخلق علاقات فكرية لديه » •

هيزنبرج : ولكن كيف يمكننا احراز خطوات تقدمية هنا ؟ في النهاية يجب على كل حال على الفيزياء أن تكون علما مضبوطا ودقيقا » .

بوهر : « اننا نتوقع أن تناقضات « نظرية الكم » والانعطافات الغامضة التى ترتبط « باستقرارية المادة » ستتضح شيئا فشيئا بكل تجربة جديدة فى هذا المجال • اذا حدث هذا ، فان علينا أن نأمل أن تتكون مصطلحات جديدة بمرور الوقت نستطيع بها أن نفسر تلك العمليات الذرية الغامضة • ولكننا مازلنا بعيدين عن تلك اللحظة » •

ذكرتنى أفكار بوهر برأى روبرت الذى تحدث عنه أثناء رحلتنا بجوار بحيرة شتارنبرج ، وهو أن « الذرات » ليست « أشياء » • وذلك لأنه بالرغم من اعتقاد بوهر فى المامه بتفاصيل كثيرة حول التركيب الداخلى للذرات الكيميائية فان الاليكترونات التى تتركب منها « أغلفة » هذه الذرات قد بدت له وكأنها ليست أشياء ، أو ـ على كل حال ـ ليست أشياء بمفهوم « الفيزياء الكلاسيكيــة » التى يمكن وصفها عن طريق مصطلحات مثل « الموضع » ، « السرعة » ، « الطاقة » و « التمدد » ، ومن هنا فقد سألت بوهر :

هيزنبرج : « اذا لم يكن لدينا وصف واضح « للتركيب الداخلى للذرات » ، كما تقول ، واذا لم نكن فى الواقع نملك « اللغة » التى نستطيع الحديث بها عن هذه « التركيبات » ، فهل سنستطيع فعلا « فهم » الذرات فى يوم ما ؟ » •

بوهر : « نعم ، ولكننا عندئذ سوف نتعلم ما تعنيه كلمة « فهم » » •

أثناء ذلك كنا قد وصلنا الى قمة جبل الهاين حيث توجد القهــوة المسماة « بالعودة » ؛ حيث بدأنا رحلتنا الى الوادى مرة أخرى متجهين ناحية الجنوب مأخوذين بالتــلال والغــابات والقرى فى وادى اللاين (Leintal) • بعد برهة من الصمت واصل بوهر الحديث قائلا :

بوهر : « لقد تحدثنا حتى الآن حول أشياء صعبة كثيرة وقصصت عليك كيف دخلت هذا الميــدان العلمى ، ولكننى لم أعــرف شيئا عنك بعد • انك تبدو صغيرا فى السن وربما يعتقد الانسان أنك قد بدأت بدراسة الفيزياء الذرية قبل دراستك للفيزياء الكلاسيكية • لعل زومر فيلد قد أدخلك مبكرا الى عالم الذرات الملىء بالمغامرة • ولكن كيف مرت عليك أيام الحرب » ؟ •

أبلغت بوهر أن عمرى يقرب من العشرين وبالرغم من ذلك فانني ما زالت فى الفصل الدراسى الرابع ، وبالتالى فاننى أعرف القليل عن الفيزياء الحقيقية • كما تحدثت حول الحلقات العلمية لزومر فيلد وكيف جذبتنى الحيرة والغموض فى نظرية الكم • بالنسبة للخدمة العسكرية أثناء الحرب فقد كنت صغيرا آنذاك ، كما أننى لا أعرف من أسرتنا أحدا قد اشترك فى الحرب سوى والدى الذى عمل كضابط احتياط فى فرنسا ولكنه سرعان ما عاد من الحرب جريحا سنة ١٩١٦ • فى الأيام الأخيرة من الحرب عملت كصبى فى مزرعة بافارية بالقرب من مقدمة جبال الألب • بالاضافة الى ذلك فقد عايشت الكفاح الثورى فى شوارع ميونخ ولكننى كنت بعيدا عن الحرب الحقيقية •

بوهر : « اننى أود أن أسمع الكثير عنك فى المستقبل وبذلك أتعرف على الأوضاع فى ألمانيا المجهولة لى حتى الآن • كذلك فاننى أريدك أن تحدثنى عن حركة الشبيبة التى روى عنهـا الفيزيائيـون فى جوتنجين • ربما تود زيارتنا فى كوبنهاجين • أو لعلك تأتى لمدة طويلة الى هناك حتى نتمكن من العمل سويا فى مجال الفيزياء • وقد تتاح الفرصة لى عندئذ كى أعرفك على بلدنا الصغير وأحكى لك بعضا من قصصها » •

عندما اقتربنا من مشارف جوتنجين انتقل حديثنا الى الفيزيائيين والرياضيين فيها ، الى ماكس بورن ، جيمس فرانك ، ريشارد كورانت ، ودافيد هيلبرت الذين تعرفت عليهم فى هذه الأيام ثم تناولنا باختصار احتمال مجيئى الى جوتنجين • هـكذا بدا المسـتقبل أمامى مليئـا بالأمل والاحتمالات الرائعة التى رسمتها بألوان زاهية فى طريق العودة الى بيت الشباب الذى أقطن فيه بعد أن ودعت بوهر عند منزله •

٤ ـ التوعية بالسياسة والتاريخ

(١٩٢٢ ـ ١٩٢٤)

انتهى صيف عام ١٩٢٢ بخدعة كبرى لى ، فقد اقترح أستاذى زومر فيلد أن أحضر اجتماع الباحثين فى العلوم الطبيعية والأطباء الذى سيعقد بمدينة ليبزيج (لايبتسيش Leipzig) وسيقوم فيه أينشتين كأحد المحاضرين الرئيسيين بالقـاء بحث حول «النظرية النسبية العامة» • قام والدى باهـداء تذكرة السفر ذهابا وايابا الى ليبزيج وقد سررت جدا لأننى سأستطيع أخيرا سماع مكتشف « النظرية النسبية » يتحدث عنها بنفسه • عندما وصلت الى ليبزيج قضيت بعض الوقت لاكتشاف أرخص بيوت الشباب سعرا وقد وجدته أخيرا فى أحقر أحياء المدينة • قابلت فى مبنى المؤتمر بعض الفيزيائيين الشبان الذين تعرفت عليهم قبل ذلك فى « حفلات بوهر الموسمية » ثم سألت عن مكان المحاضرة التى سيلقيها أينشتين بعد ساعات ، فى مساء نفس اليوم • لاحظت أن الجو متوتر بعض الشىء ولم أستطع فى بادىء الأمر تفسير أسباب ذلك التوتر ولكننى شعرت أن كل شىء هنا يختلف تماما عن جوتنجين • أمضيت الوقت حتى انعقاد المحاضرة فى جولة خلال المدينة حتى وصلت الى تمثال المعركة الشعبية (Vilkerschlact denkmal) الذى رقدت تحته فوق الحشائش وقد انتابنى الجوع والتعب بعد رحلة القطار الليلية ثم ذهبت فى نوم عميق • أيقظتنى من النوم فجاة حبات البرقوق تسقط فوق

رأسى • أمعنت النظر أمامى فاذا بفتاة صغيرة تجلس الى جوارى وتعرض على ـ اشفاء لغضبى ـ ما أريد الحصول عليه من الثمار التى ملأت سلتها • وبالطبع لم يكن لى الا أن أقبل هذه الصفقة اشفاءا لهذا الجوع القاتل الذى تملكنى • ذهبت بعد هذه الأكلة الدسمة الى قاعة المحاضرات الكبرى التى تشبه الى حد كبير صالات المسارح المحترمة حيث أبواب الدخول والخروج الصغيرة تحفها على الجانبين • ما أن هممت بدخول القاعة حتى تقدم الى شباب ـ عرفت بعد ذلك أنه يعمل معاونا لأحد أساتذة الفيزياء المشهورين فى احدى جامعات جنوب ألمانيا ـ وأعطانى قصاصة حمراء من الورق تم التحذير فيها من أينشتين ونظريته النسبية• ان هذه النظرية ـ هكذا قرأته فى الورقة ـ تدور حول خزعبلات طائشة ، بالغت الدعايات اليهودية التى تتعارض مع الكيان الألمانى فى قدرها بطريقة همجية • فى اللحظة الأولى اعتقدت أن أحد المجاذيب ـ الذين يظهرون عادة فى مثل هذه المؤتمرات ـ قد قام بطبع هذه الورقة • ولكن ما أن عرفت أن مؤلفها هو واحد من علماء الفيزياء التجريبيين المحترمين ، الذى تناول زومر فيلد أعماله فى محاضراته ، حتى أحسست بخيبة الأمل الكبرى • لقد كنت مقتنعا أنه من الممكن ابعاد العلم كلية عن معارك الآراء السياسية المتطاحنة التى عرفتها بكفاية أثناء الحرب الأهلية فى ميونخ • والآن فقد بدا لى جليا أن العدوى قد أصابت الحياة العلمية وشوهتها بالعناء السياسى القبيح من خلال اناس ضعفاء ومرضى • لقد أدى مضمون الورقة بى الى أننى قد تركت كل التحفظات ضد « النظرية النسبية العامة » ـ التى ذكرها فولفجانج ـ وأصبحت مقتنعا تماما بصحتها • وذلك لأننى قد تعلمت من تجاربى فى ميونخ أن الانسان لا يجب أن يحكم على اتجاه سياسى معين من خلال أهدافه المعلنة والتى ربما يستهدف الوصول اليها بالفعل ولكن من خلال الوسائل التى يحبذها من أجل تحقيق هذه الأهداف • ان الوسائل القبيحة تدل على أن أصحابها لا يعتقدون ذاتهم فى قوة الاقناع الكامنة فى أهدافهم • كما ان الوسائل التى تبناها هنا أحد الفيزيائيين ضد « النظرية النسبية » تعتبر قبيحة وغير موضوعية ، لدرجة أن هذا المعارض لم يثق فى قدرته على تفنيد النظرية النسبية بناءا على الحجج العلمية البحتة • بعد هذه الخدعة الكبرى لم أتمكن من الانتباه الكامل الى محاضرة أينشتين ولم أحاول بعدها التعرف عليه شخصيا عن طريق زومر فيلد • لقد عدت متعبا الى بيت الشباب الحقير حيث عرفت أن كل ما أملكه من نقود وأمتعة قد سرق • عندئذ لم أملك الا الذهاب الى محطة السكك الحديدية وآخذ أول قطار الى ميونخ • شعرت أثناء السفر بحالة من الشك العميق لأننى لا أستطيع تحميل والدى بكل هذه الخسارة المادية وعليه فقد قمت

بالعمـل كقاطع أشجـار فى حدائق فورستينريـدر (Forstenrieder) الواقعة جنوب ميونخ • كان واجبى يتركز فى قطع الأشجار التى أصابتها حشرات اللحاء وحرق قشرتها الخارجية • وعندما تمكنت من جمع النقود التى تعوض خسائرى فى ليبزيج عدت مرة أخرى الى الفيزياء •

لم أذكر فيما سبق حادثة أينشتين هـذه من أجل القاء الضوء على مرحلة غير سارة فى حياتنا والتى يجب من الأحسن نسيانها ، ولكن لأنها قد لعبت دورا هاما بعد ذلك فى محاورة مع نيلز بوهر حول الهوة الخطرة بين العلم والسياسة • لقد تركت هذه الحادثة فى نفسى أثرا عميقا من الاحباط والشك فى مغزى العلم على الاطلاق • وأخذت أتساءل بعدها لو أن الحقيقة لا تلعب الدور الأساسى هناك ، بل الصراع بين المصالح المختلفة فما جدوى الاشتغال به ؟ لكن الذكريات حول الجولة مع بوهر فوق جبل الهاين قد تغلبت على هذا التشاؤم وانتابنى الأمل مرة أخرى فى أن تـؤدى دعوته لى الى زيارة طويلة لكوبنهـاجن مليئة بالمحاورات المثمرة • لقد مرت سنة ونصف حتى تمكنت من الذهاب الى بوهر قضيتها فى انجاز فصل دراسى بجامعة جوتنجن ثم القيام بتحضير رسالة الدكتوراه حول « استقرار تيارات السوائل » (Stabilitat Von Flussigkeits stromen) واجراء الامتحانات الخاصة بها ثم أخيرا فى العمل لفصل دراسى كامل كمعاون لماكس بورن فى جوتنجين • فى أجازة عيد الفصح لعام ١٩٢٤ ذهبت الى فارنموندى (Warnemunde) لكى أستقل المعدية التى تنقلنى الى الدينمرك وقد بهرت فى الطريق لمشاهدة المراكب الشراعية والمراكب العسكرية القديمة ذات الدسر الأربعة التى ملأت بحر الشرق آنذاك • لقد أودت الحرب العالمية الأولى بمعظم السفن التجارية الى قاع المحيط وبذلك فقد عادت المراكب القديمة الى الظهور واستطاع المسافر الاستمتاع مرة أخرى برحلات عصر النهضة • عند وصولى الى الميناء لاحظت أن هناك مشاكل عديدة بالنسبة لحقائبى لم يكن من السهل التغلب عليها نظرا لعدم المامى باللغة الدانمركية • ولكن ما أن قلت أننى سأقوم بالعمل فى معهد نيلز بوهر ، حتى فتح هذا الاسم كل الأبواب الموصدة واستطعت أن أتغلب فى لحظات على كل العقبات • هكذا شعرت منذ البدء أننى قد استوطنت فى تلك القطعة من الأرض الطيبة تحت رعاية احـدى الشخصيات الهامة • لكن الأيام الأولى فى معهد بوهر لم تكن سهلة بالرغم من ذلك • لقد واجهت فجأة عددا كبير من الشباب المتألق الموهوب القادم من كل أنحاء الأرض وقد بدا أن معظمهم قد تفوق فى معرفة اللغات المختلفة والتمرس بالعادات المتباينة لشعوب العالم. بل ان خبرتهم فى علم الفيزياء كانت تفوق خبرتى المتواضعة • حتى نيلز بوهر كان كثير الانشغال بالأعمال الادارية للمعهد وبالطبع فقد كنت متفهما لأننى لن أنال

من وقته أكثر من الباحثين الآخرين • بعد بضعة أيام جاء بوهر الى حجرتى وسألنى عن رغبتى فى مصاحبته فى جولة خلال جزيرة زيالاند Sialland • ان فرص الحديث فى المعهد قليلة كما أنه يريد معرفتى عن كثب •

انتقلنا بواسطة الترام فى أول نهاية الأسبوع نحمل حقائب السفر فوق ظهورنا الى حافة المدينة ثم من هناك سيرا على الاقدام مارين بحديقة الحيوان التى كانت قديما منطقة متخصصة للصيد • ولم نر فيها سوى ذلك القصر القديم والمتحف فى المنتصف تحيطه أعداد كبيرة من الغزلان والحيوانات الأخرى • ثم واستأنفنا السير بعد ذلك جهة الشمال حيث مر طريقنا بجوار الشاطىء أحيانا وفى الغابات وبجوار البحيرات أحيانا أخرى وحيث ، ما زالت المياه هادئة والحشائش تخلطها خضرة الربيع الجميلة وعلى جانبى البحيرات انتثرت العشش الصيفية ذات الشبابيك المغلقة •

تناول حديثنا بسرعة الأحداث فى ألمانيا وأراد بوهر أن يعرف شيئا عن مغامراتى أثناء الحرب العالمية الأولى التى مرت عليها فى هذه اللحظة عشر سنوات كاملة •

بوهر : « لقد سمعت الكثير عن أيام اندلاع الحرب ، فقد مرت مجموعة من أصدقائى خلال ألمانيا سنة ١٩١٤ وأخبرتنى عن موجة الحماس الكبرى التى انتابت الشعب الألمانى ولمست حتى المتفرجين فى الخارج ولكنها كانت مشبعة بالفزع • أليس من العجيب أن ثمالة الحماس تستطيع جر شعب بأكمله الى الحرب بينما كان من الواجب على الناس معرفة عدد الضحايا بين الأصدقاء والأعداء ومدى الظلم الذى سيقع من كلا الجانبين ؟ هل تستطيع تفسير ذلك لى ؟ » •

هيزنبرج : « لقد كنت أثناء الحرب تلميذا صغيرا لم أبلغ الثانية عشرة من عمرى بعد ، وبالتالى فان كل آرائى قد تكونت عن طريق ما فهمته من الأحاديث بين والدى وأجدادى • اننى لا أعتقد أن كلمة حماس تصف الموقف آنذاك بطريقة صحيحة ، فلم يكن هناك من بين أقاربى مثلا من كان مسرورا لما يجرى • كما أنهم جميعا قد وصفوا الحرب بأنها كانت عملا قبيحا • واذا كان لى شرح ما حدث فاننى أقول : لقد شعرنا جميعا أن الموقف قد تأزم فجأة وبدا لنا أن كل المظاهر البراقة التى أحاطتنا قد خفت فى لحظة واحدة من خلال موت ولى عهد النمسا ، ومن هنا فقد أصبحت الحقيقة الصعبة مطلبا لم نستطع تفاديه حكومة وشعبا ـ أصبح

تحقيقها أمرا محتما وعليه فقد عزمنا على الحرب يحف بنا القلق الشديد ولكن قلوبنـا كلها كانت تحبذ ذلك • بالطبع فقد كنا مقتنعين بعدالة القضية الألمانية ، وذلك لأن ألمانيا والنمسا كانتا دائما وحـدة متكاملة • وقد شعرنا أن مقتـل الأمير فرانس فيردينانـد وزوجته عن طريق أعضاء المخابرات الصربية يعتبر ظلما فاضحا وقع علينا جميعا • ومن هنا فقد تحتم علينا أن نخرج للدفاع عن أنفسنا ، وهذا القرار ـ كما قلت سابقا ـ اتخذه كل المواطنين فى بلدنا بكل قلوبهم • مثل هذه الثورة المشتركة تكون دائما مصحوبة بشىء من النشوة والانفعال بل واللا عقلانية كل هـذا حقيقى بالطبع • ولقد عرفت ذلك بنفسى فى الأول من أغسطس سـنة ١٩١٤ حين سافرت مع والدى من ميـونخ الى أوزنابروك (Osnabruck) لكى ينفذ أمر استدعائه كضـابط احتياط •

كانت محطات السكك الحديدية مليئة بأناس يهتفون ويتسارعون بلا نظام ، قطارات البضائع زينتها الزهور والأغصان وملئت بالجنـود والأسلحة • حتى آخر لحظة وقفت الفتيات والأمهات والأطفال حول عربات القطار تغنين وتبكين حتى فارق القطار الدهاليز • فجأة أصبح من الممكن الحديث بين الناس الغرباء وكأنهم أصدقاء منذ الأزل ، كل انسان أصبح يساعد الآخر بقدر ما يستطيع ، وكل العقول كانت مركزة على قدر واحد قادنا جميعا فى نفس القارب • انني بالطبع لا أريد محو هذا اليوم من حياتى أو نسيانه • ولكن ما العلاقة بين هذا اليوم الغريب ـ الذى لا يمكن أن ينساه كل من عاشه ـ وبين حماس الحرب أو الفرح لاندلاعها ؟ اننى أعتقد أن كل شىء قد فسر بعد نهاية الحرب بطريقة خاطئة » •

بوهر : « يجب عليك أن تعرف ، أننا نفكر فى بلدنا الصغير بطريقة مختلفة حول هذا السؤال الصعب • هل تسمح لى أن أتقدم بملحوظة تاريخية ؟ ربما يكون التوسع فى السلطة الذى كان من الممكن لألمانيا أن تكسبه فى القرن الماضى قد تبدد بسهولة • لقد كانت أولا الحرب ضد بلدنا فى عام ١٨٦٤ ـ التى تركت مرارة كبيرة بين مواطنينا ـ ثم النصر على النمسا سنة ١٨٦٦ ثم على فرنسا سنة ١٨٧٠ ، أثناء كل هذا بدا للألمان أنه من الممكن بناء امبراطورية فى وسط أوربا بسرعة خاطفة • ولكن ذلك بالطبع لم يكن سهلا • فلتأسيس امبراطورية ما يلزم على الانسـان ، حتى ولو كانت الحرب عملية حتمية ، أن يكتسب قلوب أناس كثيرين وأن يحببهم فى الشـكل الجـديد للاندماج • ان ذلك الشرط لم يتوفر لدى البروسيين بالرغم من كل كفاءتهم • ربما يرجع ذلك الى طريقتهم

القاسية في الحياة ، أو لنقص معرفتهم بنظم الحياة في البلدان الأخرى • لقد لاحظ الألمان في وقت متأخر عدم قدرتهم على اقناع الآخرين ، ومن هنا فان العدوان على بلد صغير كبلجيكا يعتبر عملا عدائيا سافرا لا يمكن تبريره من خلال مقتل ولي العهد النمساوي • فلم يكن بالفعل للبلجيكيين أي علاقة بهذا الاغتيال كما أنهم لم يكونوا مشتركين في تحالف ضد ألمانيا » •

هيزنبرج : « بالتأكيد أننا ـ نحن الألمان ـ قد قمنا بكثير من الظلم أثناء الحرب ، كما أن أعداءنا قد قاموا بذلك أيضا • في كل حرب يقع كثير من الظلم • كما انني أسلم بأن الحكم الوحيد الخاص بذلك ـ أقصد التاريخ ـ قد حكم ضدنا • على أي حال ، فان الخبرة ما زالت تنقصني حتى أقرر من هم السياسيون الذين اتخذوا قرارات خاطئة في موقف معين • ولكن هناك سؤالان يختصان بالجانب الانساني لهذه السياسة ويسببان ـ من وقت لآخر ـ قلقا لي ، أريد معرفة رأيك فيهما • لقد تحدثنا عن اندلاع الحرب وأن العالم في الساعات الأولى لها كان متغيرا • لقد انقشعت بسرعة رهيبة الهموم اليومية الصغيرة وأصبحت العلاقات الشخصية ، مثل العلاقة مع الوالدين أو الأصدقاء ، غير مهمة بالمقارنة بالعلاقات الكبرى المباشرة مع الناس الذين أحاطهم نفس القدر • لقد ظهرت البيوت والشوارع والغابات بشكل مختلف بل حتى ـ كما قال جاكوب بوركهارد (Jacob Burckhadt) ـ السماء أخذت لونا جديدا • لقد أصبح صديقي الأول ، وهو ابن عمي في أوزنا بروك ويكبرني سنا ، جنديا في الجيش • انني لا أعرف ما اذا كان قد جند اجباريا أم اختياريا فهذا السؤال لم يكن مهما • فقد تقرر آنذاك تجنيد كل من هو صالح جسميا • ان صديقي لم يرغب بالطبع في الحرب كما أنه لم يرد الاشتراك في احتلال أراض أخرى من أجل ألمانيا • انني أعرف ذلك تماما من أحاديثنا الأخيرة قبل رحيله مع كتيبته • انه لم يفكر في ذلك بالقطع وان كان مقتنعا بالنصر • ولكنه عرف أن التضحية بحياته مهمة الآن • لقد كان ذلك صحيحا بالنسبة له وبالنسبة لكل الآخرين • بل لعله قد انتابه الفزع في لحظة ما ولكنه في النهاية قال « نعم » مثلهم جميعا • ولو أنني كنت أكبر بسنة واحدة في ذلك الحين ، لكان قراري مثلهم تماما • لقد سقط صديقي بعد ذلك في فرنسا ولكن هل كان عليه في رأيك أن يفكر في أن كل هذا هراء ، بل ثمالة وايعاز ؟ وأن مطلب التضحية بالروح لا يجب أن يطاع ؟ أي قضاء في العالم له الحق في الحكم بهذا ؟ أهو عقل

الشــباب الصغير الذى لا يســتطيع متابعــة العلاقات السياسية المتشابكة والذى يمكنه فقط الاستماع لنداء الحقائق المفردة مثل « اغتيال فى سرايافو » أو « غزو بلجيكا » ؟ .

بوهر : « ان ما تقوله يحزننى جدا وذلك لأننى أفهم ما تريد أن تقوله . ربما يرجع هذا الذى شعر به هؤلاء الشبان ، الذين أدت بهم حسن نواياهم الى الحرب ، الى القدر الانسانى العظيم الذى لا مناص عنه . كما أنه لا يوجد القضاء الذى يستطيع أن يقول « لا » فى اللحظة التى تحدثت عنها . ولكن أليست هــذه حقيقة مؤسفة ؟ . ألا توجد علاقة واضحة بين لحظة اندلاع الحرب ــ التى عشتها أنت ــ وبين اللحظة التى يتكتل فيها السمان فى الخريف للانطلاق الى الجنوب ؟ انه لا يوجد بين هذه الطيور من يعرف من الذى اتخذ قرار الرحلة ولماذا ؟ ولكن كلا منهم يؤخذ بالاثارة الجماعية وبالأمل أن يكون مع الآخرين . وهو يسعد لمجرد أنه سيطير معهم حتى ولو كانت الرحلة ســتؤدى بالكثير منهــم الى الدمار . بالنسبة للانسان ، فان الاعجاز فى هذه العملية يكمن فى أنه يعتبر ــ من ناحية معينة ــ مقيدا جوهريا ، كما هو الحال فى احتراق الغابات أو كأى عملية طبيعية تمر وفقا لقوانين محددة ، وأنه ــ من ناحية أخرى ــ فى ذاته الكامنة فيه يبعث على الشعور بالحرية المطلقة . ان الشباب الذى اشترك فى اندلاع الحرب قد ألقى بكل أعبائه اليومية ، وذلك لأنه عندما ينحصر كل شىء فى مســألة الحياة أو الموت فان كل التحفظات التى تتسم بهــا الحيــاة اليومية تفقد معناها . وعندما يكون الهدف الأول هو الوصول الى النصر ككل الوسائل فان الحياة تبدو يسيرة ويمكن التغاضى عن كل مشاكلها . انه لا يوجد وصف لهذا الموقف فى حياة الشباب أروع من أغنيــة الفروسية فى « فالينشتاين » لشيلر . انك تعرف بالطبع نهــاية هــذه القصيدة : « ان لم تستعدوا بالحيــاة ، لن تكسبوهــا »
(und setzt ihrnicht dos Leben lin, nie wird euch das Leben
gewonnen sein)
ان ذلك صحيح بلا شك ، ولكن يجب علينا أن نفعل ما نستطيع من أجل منع الحروب ومحاولة القضاء على مراكز التوتر التى تؤدى اليها . ولعلى أقول أن رحلتنا هذه تعتبر مساهمة منا فى هــذا الاتجــاه .

هيزنبرج : « اننى أريد أن ألقى بســؤالى الثانى . لقــد تحدثت عن البروسيين وعن نظم حياتهم التى تعتبر قاسية بالنسبة للبلدان الأخرى . بالنسبة لى فقد عشت كل حياتى فى جنــوب ألمانيــا

وبالتالى فان تقاليدنا تعد مختلفة عن الذين يقطنون بين ماجدبورج (Magdeburg) وكونيجبرج (Konigsberg) ، ولكن دعنى أصرح لك بأن الخطوط الرئيسية لحياة البروسيين ، أى التضحية بالذات أمام القضـــايا العـــامة وعدم التبذير والشرف والنزاهة والكرم والمحافظة على أداء الواجبات فى مواعيدها ، لها وقع شديد فى نفسى ، حتى وان كانت كل هذه القيم قد ساء استعمالها من قبل القوى السياسية ، فاننى ما زلت أكن لها كل احترام · لماذا يشعر الدانمركيون بشىء مختلف ازاء هذه القيم ؟ » ·

بوهر : « دعنى أعبر عن رأيى هكذا : اننى أعتقد أننا نعترف بقيم الحياة البروسية ، ولكننا هنا نترك لكل فرد مجالا لرغباته وخططه أكثر مما يفعل البروسيون · ان انتماء الفرد هنا الى الجماعة يتم فقط عندما تتكون هذه الجماعة من أفراد أحرار ، يحترم كل منهم حقوق الآخرين · ان حـرية واستقلال الفرد لدينا أهم بكثير من القوة التى يمكن اكتسابها عن طريق التمرس الجماعى · انه لمن الغريب حقا أن أشكال الحيـــاة فى المناطق المختلفة تتأثر بالشخصيات التاريخية فى هذه المناطق التى بالرغم من كونها أساطير أو خرافات فانها تحتوى على قوة مسيطرة · ان الموقف البروسى قد تكون من خلال صورة الفارس حامل النياشين الذى خلع على نفسه المبادىء الثلاثة لفريضة الرهبان (١) ، أى « الفقر والعفة والطاعة » ، والذى نشر التعاليم المسيحية فى الكفاح ضد الكفار وعليه فهو يقف تحت رعاية الاله · بينما نحن فى الدانمرك نفكر بدلا من هذا فى أبطال الخرافات الأيسلندية ، فى الشاعر والمكافح « ايجيل » (Egil ابن السكالاجريوم (Skallagrium) الذى استطاع وهو فى الثالثة من عمره ركوب جواده لأميال عديدة ضد رغبة والده · أو اننا نفكر فى « نيال » (Nial) الحكيم الذى كان داعية حق أكثر من كل الناس فوق الأيسلاند والذى كان يقدم العون لكل من يسأله فى المواقف الصعبة ، ان هؤلاء الرجال كانوا قد هاجروا ايسلاندا لرفضهم الانحناء أمام استعباد الملك النرويجى المتسلط · لقد كان بالنسبة لهم من الصعب الاشتراك فى حرب ينشبها الملك دون سؤالهم · لقد كانوا أبطالا ورجالا مقاتلين ولعلهم عاشوا فى أيسلاندا على سرقاتهم البحرية · واذا قرأت هذه الأساطير فانك ستحس بالضيق لأن الحديث يدور فيها دائما حول الصراع والقتل · ولكن هؤلاء الرجال أرادوا أن يعيشوا أحرارا · لقد كانت صراعاتهم

---

(١) Monchsgelubde

من أجل الدفاع عما يملكون أو من أجل الشرف ولكن لم تكن من أجل التسلط على الآخرين • بالطبع فاننا لا نعرف القدر الذى تستند به هذه الوقائع الى أحداث تاريخية حقيقية ، ولكن تمثيل هذه الوقائع قد تم بلغة شعرية رائعة وبالتالى فليس من الغريب أنها تؤثر فى تصورنا للحرية حتى اليوم • أضف الى ذلك أن الحياة فى انجلترا ، التى لعب فيها « النورمانيون » دورا هاما ، تأثرت لدرجة كبيرة بهذه الروح الاستقلالية • ان الشكل الانجليزى للديموقراطية ، العدل والاكتراث لتصورات ومصالح الآخرين ، واعطاء القيمة الكبرى للحق ، لعل كل هذه الصفات تنبع من هذه المصادر • وبالطبع فقد استخدمت القوة هناك أيضا فى حالات كثيرة تماما كما فعل النورمانيون القدماء •

مع نهاية هذا الحديث كنا قد اقتربنا من وقت الغروب وبدأنا نواصل مسيرتنا على حافة الشاطىء خلال القرى الصغيرة للصيادين وقد أمكننا رؤية الشواطىء السويدية على الجانب الآخر من الاوريزوند (١) (Oresund) ، التى تبعد بضعة كيلو مترات فقط عن الشواطىء الدانمركية ، وقد كستها أشعة الشمس الغاربة •

وعندما وصلنا الى هيلز ينجور (Helsingor) بدأ الظلام يسدل خيوطه ، ولكننا قررنا بالرغم من ذلك الاستمرار فى تفقد مبانى « قلعة كرونبورج » (Kronborg) التى تطل على بوابات « مضيق أوريزوند » والتى ما زالت تقبع على أسوارها المدافع القديمة كرمز للقوة فى الزمن المنصرم ، وهنا بدأ بوهر يسرد لى قصة القلعة • لقد بناها فريدريش الثانى الدانمركى قرب نهاية القرن السادس عشر كحصن منيع على طراز المبانى الهولندية فى عصر النهضة • ان الأسوار العالية والمتاريس القوية تذكر أن خلفها وكرا للسلطة • لقد استخدمت سجون القلعة فى القرن السابع عشر أثناء الحرب السويدية لايواء أسرى الحرب • وعندما وقفنا الى جوار المدافع القديمة فوق المتاريس وألقينا النظر على المراكب الشراعية فوق الأوريزوند وعلى مبانى القلعة شعرنا بالتوافق التام بين كل شىء فى الموضع الذى دار فيه الصراع الى آخر لحظة • لقد شعرت هناك بالأحداث كأنها تدور أمامى ، بالقوى التى دفعت الناس الى القتال المخيف ، بالقوى التى حطمت السفن ، بأفراح النصر وصرخات اليأس • وتملكنى بعد ذلك احساس بالارتياح ان كل ذلك قد صار ملكا للماضى ولم يعد هناك ما يعكر صفو الطبيعة الرائعة والهدوء المنتشر •

ترتبط أيضا « قلعة كرونبورج » ــ أو على الأصح المكان الذى بنيت

(١) المضيق بين جزيرتى Sjalland (دنيمرك) و Schonen (السويد) •

فوق القلعة ـ بأسطورة هاملت (Hamlet) ، الأمير الدانمركى الذى خبل ـ أو ادعى ذلك ـ لمواجهة الخطر الناجم من عمه القاتل .

لم يفت بوهر الحديث عن هذه الأسطورة أيضا ، وانطلق قائلا :

بوهر : « أليس من الغريب أن هذه القلعة تصبح فجأة قلعة أخرى اذا تصورنا أن هاملت قد عاش هنا بالفعل ؟ من الناحية العلمية يمكننا أن نعتقد أن القلعة تتكون من الأحجار ، واننا لنفرح بالأشكال والصور التى صنعها الفنان المعمارى من هذه الأحجار .

بلى ان القلعة هى الأحجار والسقف الأخضر بلمعته الرمادية ، والتقاسيم الخشبية فى الكنيسة الملحقة بها . ان كل هذه الأشياء فى ذاتها لا تتغير عندما نفترض أن هاملت قد عاش هنا ولكن مع ذلك تصبح القلعة غير القلعة . فى لحظة واحدة تتحدث الجدران والأسوار لغة أخرى . ويصبح فناء القلعة يمثل زاوية سوداء تذكر العالم بالظلام فى روح الانسان ، اننا عندئذ ندرك على الفور السؤال « تكون أو لا تكون » . ولكن فى الواقع فاننا لا نعرف شيئا عن هاملت ، ولا يوجد أثر له من الناحية التاريخية الا فى ملاحظة قصيرة فى يوميات ترجع الى القرن الثالث عشر ذكر فيها اسمه فقط . بيد أننا لا نستطيع أن نبرهن على أنه قد عاش هنا أو على وجوده بالفعل . ولكننا نعرف فقط الأسئلة التى أثارها شيكسبير بهذه الشخصية والى أى مدى سلط عليها الضوء كجزء من عالمنا الواقعى ، من ثمة فقد تحتم على هذه الشخصية أن تجد مكانها فوق الأرض . وقد وجدته بالفعل هنا فى كرونبورج . ولكن عندما نعى ذلك ، فان كرونبورج هذه تصبح فجأة قلعة أخرى » .

بعد نهاية هذه المحاورة كان الغروب قد تبدل الى ليل حالك وبدأت الرياح الباردة تمر فوق الأوريزوند لتجبرنا على العودة .

مع اشراقة الشمس فى اليوم التالى استأنفنا جولتنا تحت السماء الصافية وقد تلألأت أمامنا الشواطىء السويدية . كل شىء كان واضحا فوقها خصوصا سلسلة الجبال الأمامية كولين (Kullen) ، ولم يعكر هذا الصباح الجميل الا بعض من الرياح الباردة .

انطلقت مسيرتنا الى جوار الحدود الشمالية متجهة الى الغرب حيث ترتفع الأرض فى بعض المناطق بمقدار ٢٠ أو ٣٠ مترا فوق سطح البحر ثم تهوى مرة أخرى لتصبح فى نفس مستواه . أثناء توقفنا لمشاهدة بدايات كولين بدأ بوهر الحديث قائلا :

بوهر : « أخبرتنى أنك قد ترعرعت فى ميونخ الى جوار الجبال الشاهقة التى قمت فيها بكل هذه الرحلات الرائعة ، وبالطبع فان بلدنا تعتبر

مسطحة بالنسبة لك وربما يكون ذلك سببا فى أنها لن تروق لك ٠ ولكن عليك أن تعرف أن الدانمركيين مغرمون بالبحر ٠ ان ثمة شيئا ما يشدنا اليه ، لعله الاحساس الذى ينتابنا كلما نظرنا اليه وهو أننا نرى جزءا من اللانهاية » ٠

هيزنبرج : « لقد لمست هذا الشعور بالطبع ، خصوصا بالأمس عندما تأملت وجوه الصيادين على الشاطىء ٠ ان نظراتهم الهادئة تتجه دائما الى البعد ٠ أما عندنا فالحال مختلف ، هناك يتجه النظر الى التفاصيل المفاجئة للمناطق المجاورة ، الى المرتفعات الصخرية المعقدة والقمم الجليدية التى تناطح السحاب ٠ ربما يرجع الى ذلك أن الناس لدينا مرحون » ٠

بوهر : « ان لدينا فى كل الدانمرك جبلا واحدا يعلو مائة وستين مترا ٠ ولأنه مرتفع هكذا فاننا ندعوه جبل السماء (Himmelberg) ويحكى أن دانمركيا خرج مع صديقه النرويجى الى هذا الجبل ليعطيه انطباعا عن اختلاف التضاريس فى بلدنا ، غير أن النرويجى تلفت أمام الجبل ثم انطلق هاتفا « اننا ندعو مثل هذا الشىء فى النرويج : حفرة » ٠ ولكننى أتمنى أن يكون حكمك أقل حدة من هذا ٠ والآن لم لا تخبرنى شيئا عن رحلاتك خلال الجبال بالقرب من ميونخ ، أعنى مزيدا من التفاصيل حولها ؟ ٠

هيزنبرج : « ان رحلاتنا تستمر لعدد من الأسابيع نقضيها كلها سيرا على الأقدام ٠ فى الصيف الماضى مثلا بدأنا من « فورتسبورج » (Wurzburg) مارين « بالرون » (Rhon) حتى حافة « تلال الهارتس » (Harzgebirge) ومن هناك عدنا عن طريق « يينا » (Jena) « وفايمر » (Weimer) مارين « بغابات تورينج » (Thuringer Wald) حتى « بامبرج » (Bamberg) ٠ اننا ننام فى الأيام الحارة فى الغابات وعندما يصبح الجو باردا ننام فى خيامنا أو فى القش فى حقول الفلاحين ٠ وأحيانا نقوم بمساعدتهم فى الحصاد مقابل النوم هناك ، وبالطبع اذا كانت مساعدتنا مفيدة فاننا نحصل منهم على وجبات شهية للغاية ٠ عدا ذلك فاننا نطبخ بأنفسنا ، غالبا الى جوار المستوقدات المنتشرة فى الغابات وفى المساء نقوم بقراءة وسرد القصص على أضواء النار أو نغنى ونعزف الموسيقى المحببة الينا ، لقد جمع الرفاق فى حركة الشبيبة عددا كبيرا من الأغانى الشعبية القديمة ، التى أعيدت كتابتها بعد ذلك لمجموعة من المغنين بمصاحبة الكمان والقيثارة ٠ وهذه الموسيقى تجلب علينا السعادة والفرح ، وبالرغم من أن العزف يكون فى معظم

الأحيان ضعيفا أكثر منه جيدا ، الا اننا نستمتع بهذه الموسيقى بالفعل . أحيانا نحلم بأداء أدوار الشعوب الراحلة فى العصور الوسطى ونقارن بين الكارثة فى الحرب الأخيرة والصراعات الداخلية الناجمة عنها ، كما أننا نتحدث عن البؤس والحيرة التى أصابت الناس فى حرب الثلاثين سنة التى تنبع منها أغلبية هذه الأغانى الشعبية الرائعة . ان العلاقة بين هذه الأزمنة المختلفة تبدو واضحة بمرور الوقت للشباب فى أجزاء كثيرة من ألمانيا . وأذكر أن شابا قد استوقفنى مرة فى الشارع وحدثنى عن الذهاب الى «وادى الطاحونة القديمة » (Altmuhltal) حيث يتجمع الشباب فوق « جبل الريتر » (Ritterburg) وحقيقة فقد رأيت هناك أفواجا من الشباب القادم من كل مكان الى قلعة « برون » التى بنيت فوق الجبل . لقد بهرتنى قوة التلاحم والعزيمة التى تنبعث من هذه الجماعة التى تكونت عشوائيا ، انهما تشبهان تماما تلك القوة التى انبثقت فى أول أغسطس سنة ١٩١٤ التى تحدثت عنها بالأمس . عدا هذا فان حركة الشبيبة هذه لا تربطها علاقة مباشرة بالقضايا الفلسفية » .

بوهر : « ان الحياة التى تصورها لى تبدو رومانسية للغاية ، وهى تثير الرغبة فى نفسى لمعايشتها ذاتيا . كذلك فانه ينجلى لى فى مواقع كثيرة مما سردته تأثير الصورة المثالية للفارس حامل النياشين ، الذى حدثتك عنه بالامس . ولكن ألا يتطلب ذلك منكم التعهد بتقديم نذر معين قبل دخولكم الجماعة كما هو الحال لدى البنائين المستقلين » .

هيزنبرج : « لا ، انه لا توجد هناك قواعد مكتوبة أو شفهية يجب على الفرد الالتزام بها (١) . لقد أبدى كثيرون بيننا ريبتهم ازاء مثل هذه القواعد . بيد أننى أريد أن أضيف هنا أنه توجد بعض العادات التى تتبع بطريقة تلقائية ، بالرغم من أن أحدا لم يطالبنا بالالتزام بها ، مثلا فاننا جميعا لا ندخن ، كما أننا لا نشرب الخمر تقريبا . أما الملابس فهى متروكة لأذواق آبائنا وهى بسيطة للغاية ، كما أننى لا أذكر أن أحدنا اهتم بحياة الليل أو بالذهاب الى علب الليل . وبالرغم من ذلك فلا توجد مبادىء محددة لنا » .

بوهر : « ما الذى يحدث عندما يخل أحد بهذه القواعد الغير مرئية ؟ » .

---

(١) التزام حر من العضو المنتمى لجماعة دينية معينة . فى الديانة الكاثوليكية ، يكون هذا الالتزام اما عقائديا أو مدنيا .

هيزنبرج : « لا أعرف ، ربما نسخر منه فقط • ولكن هذا الخروج لا يحدث بالقطع » •

بوهر : « أليس ذلك غريبا ، بل رائعا • أن الصور القديمة تملك كل هذه القوة ؟ انها قادرة بعد كل هذه القرون على تشكيل حياة الانسان بدون قواعد مكتوبة أو اجبـــارات خارجيـــة ؟ ان المبدأين الأولين « لفريضة الرهبان » (Monchsgelubde) ــ التى تحدثت عنهمـــا بالأمس ــ ينبعان من الانسان • انهما يتلخصان فى وقتنا الحـــالى ببساطة فى الاعتدال والتحفز ويؤديان الى تحمل الحياة القاسية المتقشفة • ولكننى آمل أن القـــاعدة الثالثة ، « أى الطاعة » ، لا تلعب دورا أوليا ، ذلك انه من الممكن أن تنشأ عنهـــا أخطار سياسية كبرى • لعلك تعرف الآن أننى ما زلت أقدر الأيسلانديين « ايجيل » (Egil) و « نيال » (Nial) أكثر من حامل النياشين البروسى • ولكنك قلت لى انك قد عايشت الحـــرب الأهلية فى ميونخ ، واذن فلابد أنك قد فكرت فى القضايا العامة مثل الشركات الحكومية (١) (Staatliche Gemenschaftan) • كيف يرتبط موقفك من القضايا السياسية المطروحة آنذاك بحياتك فى حركة الشبيبة ؟ »

هيزنبرج : « لقد وقفت فى الحرب الأهلية الى جانب القوات الحكومية(٢) ، ومع ذلك فقد بدت الصراعات لى آنذاك بلا مغزى وقد تمنيت أن تنتهى بسرعة • بيد أننى قد شعرت بتأنيب الضمير تجاه أعدائنا فى هـــذه الحرب • حتى الناس البسطاء ــ ومن بينهم العمـــال ــ كافحوا ــ ككل الآخرين ــ بكل ما يملكون من أجل النصر وقدموا نفس التضحيات مثلهم • ولكن دعنى أصارحك بأن نقدك لطبقة القيادة آنذاك كان محق على كل حال ، ذلك أن القيادة قد قدمت للشعب الألمانى مشكلة غير قابلة للحل • ومن ثم فقد بدا لى مهما بعد نهاية الحرب الأهلية الاسراع فى اقامة اتصالات طيبة ــ بقدر الامكان ــ مع طبقة العمال والناس البسطاء • ان هذه الفكرة انبثقت من حركة الشبيبة بمجموعاتها المتعددة • ولذلك فقد بدأنا مثلا فى تقـــديم المعونة ــ قبل أربع سنوات من الآن ــ من أجـــل تنظيم الدراسات المسائية الشعبية فى ميونخ ، وقد تجرأت من جانبى فى اعطاء مقدمة عن علم الفلك اصطحبت فيها بضع مئات من العمال مع زوجاتهم الى الخلاء وذلك لبيان توزيع النجوم فى السماء وتحدثت

(١) الشركات التى ارادت الحركة الشيوعية فى ميونخ تاميمها •
(٢) أى ضد الحركة الشيوعية •

عن حركة الكواكب وعن المسافات بينها ووجهت الاهتمام الى تركيب المجرة التى يقع فيها كوكبنا • أضف الى ذلك أننى قد شاركت مع فتاة فى القاء بعض المقررات حول الأوبرا الألمانية ، حيث قامت من جانبها بالغناء وصاحبتها من جانبى بالعزف على البيانو • كما أننى ألقيت بعض الأحاديث حول تاريخ الأوبرا والتركيب الداخلى لها • لقد كانت هذه بالطبع محاولة جريئة ، ولكننى أعتقد أن العمال قد لاحظوا حسن نوايانا وقد سعدوا بالمحاضرات تماما كما سعدنا نحن بها • ومن هذا المنطلق اتجهت مجموعات كثيرة من الشباب المنتمى الى حركة الشبيبة الى الدراسة كى يصبحوا مدرسين للمرحلة الابتدائية واننى لأتصور أن مدرسينا فى هذه المرحلة الآن أفضل بكثير من أولئك فى ما يسمى بالمدارس العليا •

اننى متفهم لأن الناس فى الخارج ينظرون الى حركة الشبيبة الألمانية الى أنها حركة رومانسية مثالية ، وبالتالى تخوفهم من أن توجه هـــذه الحركة الى قنوات سياسية فاسدة ، ولكننى شخصيا لا أجد مبررا لهذا الخوف • لقد أعطت هذه الحركة دفعات ممتازة فى اتجاهات كثيرة للحياة الألمانية ، مثـل الاهتمام الجديد بالموسيقى القـديمة ، بموسيقى باخ وبالموسيقى الكنائسية والشعبية فى أيامه ، وكذلك الاهتمـــام بالفنون اليدوية التى تصل نتائجها الى كل الناس وليس لطبقة الأغنياء فقط • كما أنها ساهمت فى ايقاظ الاحساس بالسعادة بالفن الأصيل لدى الشعب وذلك عن طريق فرق الهواة المسرحية والموسيقية » •

بوهر : « انه لرائع حقا أنك متفائل هكذا ، ولكننا نقرأ هنا من آن لآخر فى الجرائد عن تيارات كئيبة مضادة للسامية فى ألمانيا ، والتى تتصاعد بمرور الوقت من قبل المضللين • هل لاحظت شيئا من هــذا ؟ » •

هيزنبرج : « نعم ، مثل هذه الجماعات تلعب دورا فى ميونخ ، وقد اتحدت معهم طبقة من قدامى الضباط ، الذين لم يستطيعوا التغلب نفسيا على آثار الهزيمة فى الحرب العالمية الأخيرة • ولكننا لا نأخذ هذه الجماعات مأخذا جادا • اننى لا أعتقد أنه من الممكن اقامة سياسة رشيدة على أحقاد بحتة • غير أن ما يحزننى حقا هو أن هناك علماء ممتازين يشاركون فى هذا السخف » •

بدأت بعد ذلك فى رواية تجربتى عن مؤتمر العلماء الطبيعيين فى ليبزيج حيث كان الصراع على أشــده ضد النظريــة النسبية أو حيث استخدمت كل الوسائل السياسية لمكافحتها بالطبع لم أكن أخمن أثناء

حديثى لبوهر أى عواقب وخيمة ستنبعث من هذه الضلالات السياسية التى بدت لى آنذاك وكأنها عديمة الأهمية ، ولكن المجال هنا لا يختص بالحديث حول ذلك .

كانت اجابة بوهر مركزة بنفس القدر على الضباط القدامى المخبولين وعلى الفيزيائيين الذين لم يستطيعوا التوافق مع النظرية النسبية .

بوهر : « فى الحقيقة فاننى أشعر بوضوح فى هذا الموقف أن التصرف الانجليزى قد تفوق على التصرف البروسى . فى انجلترا تعتبر الخسارة الجيدة فى تحقيق هدف ما - شيئا من الفضيلة الرفيعة . بينما لدى البروسيين تعتبر الهزيمة عارا ، عندهم يشرف المنتصر على كل حال أن يكون جريئا أمام المنهزم ، وذلك بالطبع يستحق الثناء . ولكن فى انجلترا يشرف المنهزم ، أن يكون جريئا أمام المنتصر ، وذلك بأن يعترف بهزيمته ويتحمل عواقبها دون مرارة . لعل ذلك يكون أصعب من الجرأة الكبرى للمنتصر ، ولكن المنهزم الذى يستطيع اتخاذ هذا الموقف يرفع نفسه بذلك الى درجة المنتصر تقريبا . انه يظل حرا مع الأحرار الآخرين . ولعلك الآن تكون متفهما لموقفى ان كنت قد عدت للحديث مرة أخرى عن النورمانيين . وربما تعتبر ذلك من جانبك نوعا من الرومانسية ، ولكننى آخذه مأخذا جادا ، أكثر مما تعتقد » .

هيزنبرج : « نعم ، لقد فهمت بالقطع أن ذلك جاد » .

بهذه الكلمات كنا قد وصلنا الى المنطقة السياحية جيليليا Gilleleje التى تقع على القمة الشمالية بجزيرة زيالاند Sialland وطفقنا بعد ذلك نتجول على الشاطىء الرملى الذى تملؤه فى الصيف جماعات المصطافين الكثيفة . ولكننا كنا الزائرين الوحيدين فى هذا اليوم البارد . أغرتنا الأحجار المستوية الجميلة على حافة الشاطىء بأن نجرب القذف بها فى البحر بحيث تسير فى مستوى المياه أو القذف بها على العوامات القديمة . لقد روى بوهر أنه جاء الى هنا مع كرامر بعد الحرب مباشرة ووجدا على الضفة لغما ألمانيا وقد طفا مشعله فوق السطح . ثم بدأ فى توجيه قذائفهم الى اللغم دون جدوى ، حتى تطرق الى أذهانهما أنهما لن يعرفا من الفائز اذا تمكن أحدهما من اصابة الهدف بالفعل ، وعليه فقد توجها بقذائفهما الى أهداف أخرى .

استمر لعبنا على الشاطىء والمقامرة على اصابة الأهداف المختلفة حتى رأينا قلع تلغراف يبعد مسافة طويلة منا وانتابنى الشك فى قدرتى على

اصابته ولكن ـ ضد كل قوانين الاحتمالات ـ استطعت ضربه بالقذيفة الأولى • عندئذ استغرق بوهر فى التفكير ثم قال :

بوهر : اذا حاول الانسان اصابة الهدف عن طريق معرفة كيفية القذف ، وكيفية تحريك الذراع فان الفرصة تبدو ضئيلة للغاية لاصابة الهدف ، ولكن اذا تصور الانسان ـ ضد كل منطق ـ أنه يستطيع اصابة الهدف ببساطة ، فان الموقف يصير مختلفا تماما ، ذلك أنه يصبح من الجائز أن يصيبه بالفعل » •

أخذتنا هذه الكلمات الى حديث حول « الصور » و « التصورات » فى الفيزياء الذرية • ولكن هذه المحاورة لا يجب روايتها فى هذا المقام •

قضينا ليلتنا فى فندق صغير على حافة الغابة فى الجزء الشمالى الشرقى من الجزيرة ، ثم خرجت مع بوهر فى صباح اليوم التالى لمشاهدة بيته الريفى فى « تيز فيلدى » (Tisvilde) الذى دارت فيه بعد ذلك محاورات كثيرة حول الفيزياء الذرية • ولكن هذا البيت لم يكن معدا فى هذا الوقت من السنة للزيارة • فى طريق العودة الى كوبنهاجين توقفنا لفترة قصيرة فى « هيليرود » (Hillerod) لالقاء النظر على القصر فى قلعة « فريد ريكسبورج » (Frederiksborg) وهو بناء مزركش على طراز المباني الهولندية في عصر النهضة أحاطته المياه والحدائق وكانت تستخدمه العائلة المالكة في الماضى فى رحلات الصيد • لقد كان واضحا أن اهتمام بوهر بقلعة هاملت فى كرونبورج لا يمكن مقارنته باهتمامه بهذه القلعة التى تجسم لهو العائلة المالكة فى تلك الأيام المنعدمة • وبذلك فقد تركز حديثنا على الفيزياء الذرية التى حازت على كل فكرنا فى الأيام التالية فى كوبنهاجين ومثلت بعد ذلك الجزء الهام جدا من حياتى •

٥ ـ ميكانيكا الكم ومحاورة مع أينشتين

(١٩٢٥ ـ ١٩٢٦)

جرى التطور فى الفيزياء الذرية فى تلك السنوات الحرجة تماما كما حدثنى نيلز بوهر أثناء جولتنا فوق جبل الهاين • لم يكن من الممكن التغلب على الصعوبات والتناقضات الداخلية التى تقابلنا عند محاولة فهم الذرات وأسباب « استقرارها » ، بل على العكس ظهرت بحدة أكثر ، وكل محاولة للتغلب عليها باستخدام الوسائل المتاحة فى الفيزياء القديمة أدت الى الفشل •

لقد اكتشف كومبتون (١) (Compton) أن الضوء ــ أو على الأدق الأشعة السينية ــ يغير «عدد اهتزازاته» (٢) (Schwingungs zahl) عند « تشتته » بواسطة الاليكترونات ، وأمكن تفسير هذه النتيجة بفرض أن الضوء ــ كما اقترح أينشتين ــ يتكون من « جسيمات صغيرة » أو « حزم طاقة » تتحرك بسرعات كبيرة جدا فى الفراغ وتصطدم ــ أثناء « عملية التشتت » ــ بالاليكترونات • ومن ناحية أخرى فقد أقيمت تجارب متعددة أمكن من نتائجها الاستدلال على أن الضوء لا يختلف كثيرا

---

(١) Arthur Holly Compton (فيزيائى امريكى (١٨٩٢/٩/١٠ ـ ١٩٦٢/٣/١٥)

(٢) عدد الاهتزازات فى الثانية الواحدة •

عن « موجات الراديو » العادية سوى « بطول موجته » القصير جدا وأن الشعاع الضوئى يمكن اعتباره « موجة » متحركة وليس « تيارا » من « الجسيمات » • كما أن نتائج القياسات الهامة التى أجراها العالم الهولندى أورنشتين (Ornstein) أكدت أن نسب « شدة خطوط الطيف » المختلفة التى يمكن تخمينها من نظرية بوهر غير صحيحة وأنه عن طريق اضافة تغيير بسيط تؤدى هذه المعادلات الى علاقات جديدة تتوافق مع نتائج التجارب • ولم تكن هذه الاضافة سوى « أنصاف الأعداد الكمية » التى أدت اليها حساباتى فى المشكلة التى قمت بحلها منذ سنوات بناء على طلب زومر فيلد •

من كل هذه التجارب تعلمنا أن « المصطلحات » و « الصور » التى نقلت من « الفيزياء الكلاسيكية » الى « الفيزياء الذرية » تعتبر نصف صحيحة ونصف خاطئة وأن علينا الحذر عند تطبيقها ، ومن ناحية أخرى فقد أمكننا ــ استنادا الى هذه الحقائق ــ تخمين التعبيرات الرياضية المناسبة للعمليات المختلفة •

لقد دارت الأحاديث : فى الحلقات العلمية التى عقدها ماكس بورن (Max Born) فى جورتنجين فى صيف ١٩٢٤ حول نظرية جديدة للكم يجب أن تحل محل ميكانيكا نيوتين فى المستقبل ، ولكن حدود هذه النظرية لم تكن معروفة لنا فى ذلك الحين الا فى بعض الحالات الفردية المنعزلة • وفى أثناء الفصل الدراسى الشتوى التالى ، الذى قمت فيه أحيانا بالعمل فى كوبنهاجين حيث كلفنى بوهر بتوسيع « نظرية الكم » الخاصة « بظواهر التشتت » ، تركزت جهودنا على تخمين المعادلات الرياضية الملائمة بناء على علاقات « نظرية التشتت الكلاسيكية » واهمال الاشتقاق الصحيح لهذه المعادلات •

عندما أفكر فى حالة النظرية الذرية فى هذه الأشهر أتذكر دائما رحلة قمت بها فى نهاية خريف ١٩٢٤ مع بعض الأصدقاء فى حركة الشبيبة خلال الجبال بين « كرويت » (Kreuth) « وبحيرة آخن » (Achensee) • كانت حالة الجو مضطربة والضباب منتشرا وقمم الجبال مغطاة تماما بالسحب • طفقنا نتسلق الجبال الصخرية وكلما ازداد ارتفاعنا زادت كثافة الضباب المحيط بنا حتى وصلنا الى حالة انعدام الرؤية ولم يعد ممكنا لنا التعرف على التضاريس المحيطة بنا • استمر كل منا بالرغم من ذلك فى الصعود الى أعلى تحت وطأة الخوف

الشديد من فقدان طريق العودة . وبعد ارتفاع معين حدث تغيير مفاجيء في كثافة الضباب فقد زادت كثافته بدرجة مخيفة في بعض المواقع ، حيث تمكننا فقط عن طريق المناداة من التفاهم مع أصدقائنا ، وانقشع شيئا فشيئا في الأماكن العلوية . عندئذ تطرق الشعور الينا بأننا نسير في حقل من الضباب .

بعد لحظات بدأت شدة الضوء تزداد واستطعنا فجأة التعرف على حائط صخري متلألىء تحت أشعة الشمس الساطعة ، ثم على مجموعة من التضاريس الأخرى التي مكنتنا ــ مع استخدام الخرائط ــ من التحديد الكامل للمنطقة الجبلية هناك .

في الجنوب استطعنا «تمييز قمم» تلال انزونينفيند (Sonnenwendgebirge) وخلفها القباب الثلجية لمنطقة « الألب المركزية » (Zentralalpen) ولم يعد هناك شك في أن خط سيرنا قد أصبح واضحا تماما .

ويبدو أننا قد وصلنا في الفيزياء الذرية في شتاء ١٩٢٤/١٩٢٥ الى نفس الحالة التي مرت بنا في رحلتنا ، أي الى المنطقة التي أصبحت فيها السحب قاتمة وكثيفة . ولكن النور ووضوح الرؤية كانا فــوق رؤوسنا . لقد أدت الاختلافات الشديدة في تفســير الظواهر التكرارية آنذاك الى زيادة احتمالات وقوع الخطوة الحاسمة .

عندما بدأت العمل في جوتنجين في الفصل الدراسي الصيفي لعام ١٩٢٥ ــ حيث شغلت وظيفة أستاذ مساعد منذ يوليــو ١٩٢٤ ــ بدأت أبحاثي العلمية بمحاولة استنتاج العلاقات الرياضية الصحيحة التي تعبر عن « شدة خطوط الطيف » لغاز الهيدروجين وذلك بتبني طريقة مشابهة لتلك التي استخدمتها أثناء عملي مع كرامر في كوبنهاجين ولكن هــذه المحاولة باءت بالفشل . لقد وقعت في دغــل لا يمكن التغلغل فيه من المعادلات الرياضية المعقدة الذي لم أجد منه مخرجا . ولكنني بهــذه المحاولة أثبت صحة تصوري أن علينا ألا نسأل عن «مسارات الاليكترونات» في الذرة ولكن عن « تردد الاهتزاز » (Schwangungsfrequenz) « وشدة الخطوط » التي يمكن حسابها بكميات تسمى « السعات » Amplitude كتعويض عن « مســارات الاليكترونات » وذلك لأننــا نستطيع مشــاهدة هذه الكميات مباشرة خلال تجاربنا العملية . كان ذلك متفقا مع الفلسفة التي عرضها صديقي أوتو على أساس أنها مطابقة لموقف أينشتين ، أثناء رحلة الدراجات بجوار بحيرة الفالشين ، ومن ثمة يمكن اعتبار هــذه الكميات فقط « قطع تحديد » (Bestimmungsstucke) الذرة ، لقد باءت محاولتي لتطبيق هذه الخطة على ذرة الهيدروجين بالفشل نظرا لتعقيد

التعبيرات الرياضية المصاحبة • ومن هنا فقد بحثت عن نظام رياضي ميكانيكي بسيط يمكن اجراء حساباته بسهولة ، وبالطبع فقد وجدت هذا النظام في « البندول البسيط » — أو الصورة العامة له التي تدعى « المتذبذب اللامتوافق » (anharmonische Oszillator) — الذي يمثل في الفيزياء الذرية نموذجا « للاهتزازات » داخل « الجزيئات » •

في نهاية مايو سنة ١٩٢٥ هاجمتني الحمى الصفراء بطريقة خطرة حتى أنني استأذنت بورن في اعفائي من كل واجباتي لمدة اسبوعين كي أسافر الى جزيرة « هيلجولاند » (Helgoland) للتخلص بواسطة هواء البحر المنعش — وبعيدا عن الحشائش والأزهار المتفتحة — من هذه الحمى اللعينة • وفي لحظة وصولي الى أحد الفنادق فوق « الهيلجولاند » بدأ الحزن على وجه المضيفة التي سألتني على الفور ما اذا كان السبب في تورم وجهي يرجع الى مشاجرة حامية في الليلة السابقة •

احتل الفندق موقعا ممتازا فوق الحافة الجنوبية للجزيرة الصخرية وقد أمكنني من حجرتي الواقعة في الدور الثاني الاستمتاع بمشاهدة المدينة بكل أطرافها والكثبان الرملية والبحر الواقع خلفها ؛ وكلما جلست في البالكون تذكرت ملاحظة بوهر « ان اطلالة الانسان على البحر تثير الشعور بأنه يملك جزءا من اللانهاية » •

لم يكن هناك في « هيلجولاند » باستثناء تجوالاتي اليومية والاستجمام فوق الكثبان الرملية — ما يعكر تفكيري المتواصل في مشاكلي العلمية ، وبناء عليه فقد أحرزت تقدما سريعا بالمقارنة بوجودي في جوتنجين •

ولم تتطلب عملية القضاء على التعقيدات الرياضية والوصول الى تعبير رياضي للمشكلة سوى بضعة أيام قليلة اتضح لي فيها أن « الكميات القابلة للمشاهدة » (boobachtboire Grosse) تلعب في الفيزياء الجديدة نفس الدور الذي لعبته « شروط الكم » في نظرية بوهر — زومر فيلد • ومن هذه النقطة الهامة في بناء النظرية الجديدة اتضح لي أنه لم تعد هناك حرية في اشتقاق التركيبات الرياضية اللازمة وأن الأمور أصبحت تسير وفقا للحتمية الجبرية • بيد أنني لاحظت أنه لم يكن هناك ضمان أن النسق الرياضي المتكون يمكن اجراؤه حتى النهاية بلا تناقض ، وخصوصا أنه لم يكن من المعروف ما اذا كان هذا النسق يؤدي الى المحافظة على « قانون حفظ الطاقة » الذي بدونه يصبح عديم القيمة ومن ناحية أخرى فقد توفرت من خلال حساباتي بسرعة كل الدلائل التي تشير الى أن التكوين الرياضي الذي أمامي لا يتضمن تناقضا واحدا وأنه

عملية اشتقاقه تصبح متسقة (Consistent) اذا استطعت اثبات « قانون حفظ الطاقة » ٠

في ذات مساء تمكنت ــ بعد تركيز مستمر ــ من التعبير عن الحدود المختلفة في «جدول الطاقة» ــ أو ما نسميه اليوم «بمصفوفة(١) الطاقة» ــ باستخدام عدد من الحسابات المعقدة ٠ وعندما تحقق « قانون الطاقة » في الحدود الأولى انتابتنى نوبة من الاثارة الرهيبة أدت الى ظهور أخطاء حسابية في كل الخطوات التالية ٠ كانت الساعة تقترب من الثالثة صباحا حين توصلت الى النتائج النهائية من الحسابات التى أكدت لى صحة ميكانيكا الكم الجديدة شعرت بعد هذه اللحظة أننى أستطيع النظر الى القشرة الخارجية للذرة ورؤية الجمال الداخلى الذى يكمن تحتها ٠ ولكننى أصبت بالغثيان عندما تبينت أنه يجب على الآن تعقب هذه الوفرة الغزيرة من التركيبات الرياضية التى عرضتها الطبيعة أمامى تحت هذه القشرة ٠ عندئذ قررت ترك حجرتى مع الخيوط الأولى لأشعة الفجر والاتجاه الى القمة الجنوبية « للأوبرلاند » (Oberland) حيث البرج الصخرى القابع وحيدا فى البحر ٠ تملكتنى رغبة جنونية فى تسلق البرج ولم تمض سوى لحيظات قليلة حتى جلست متربعا فوق قمته ومستغرقا فى تأمل أشعة الشمس لحظات الشروق ٠

ان ما رأيته فى ليلة « هيلجولاند » كان مماثلا فقط لتلك الحافة الصخرية من جبال « بحر الآخن » التى كستها أشعة الشمس وقد فزت من خلاله بتشجيع فولفجانج باولى ــ الناقد اللاذع دائما ــ وبثناء بورن وجوردان (Jordan) فى جوتنجين على الاحتمالات الجديدة ٠

فى نفس هذه الأيام تمكن شاب انجليزى يدعى « ديراك » (Dirac) فى جامعة كامبريدج من اقتراح طريقة مختلفة لحل المشكلة التى عالجتها ، وفى الأشهر القليلة التالية تمكن ديراك من بناء نسق رياضى متكامل أدى الى الأمل فى امكانية تفسير التجارب المتعددة فى مجال الذرة ٠ اننى سوف لا أتحدث هنا عن الأعمال الشاقة المركزة التى شغلتنا بعد ذلك ، ولكننى سأتحدث عن محاورة مع أينشتين قمت بها بمناسبة محاضرة ألقيتها فى برلين حول ميكانيكا الكم الجديدة ٠

كانت جامعة برلين فى هذا الوقت تعتبر البرج العالى للفيزياء فى ألمانيا كلها ٠ ففيها عمل بلانك وأينشتين «وفون لاوى» (٢) ، (Von Laue)

---

(١) المصفوفة هى نسق رياضى من العناصر أو الرموز الجبرية المرتبة فى شكل صفوف وأعمدة ٠

(٢) Max Von Laue فيزيائى ألمانى (١٨٧٩/١٠/٩ ــ ١٩٦٠/٤/٢٤) ٠

ونرنست ، وهناك اكتشف بلانك « نظرية الكم » التى أيدها روبينز (Rubens) من خلال قياساته للاشعاعات الحرارية وبنى أينشتين سنة ١٩١٦ « النظرية النسبية العامة » و « نظرية التثاقل » .

لقد احتل مركز الحياة العلمية فى برلين ذلك اللقاء الأسبوعى للفيزيائيين (Physikalische Kolloquium) الذى ترجع تقاليده الى أيام « هيلمهولتز »(١) (Helmholtz) والذى يحضره كل المشتغلين بالفيزياء هناك . وقد دعيت فى خريف ١٩٢٦ الى القاء المحاضرة المشار اليها سابقا فى اطار هذا اللقاء وبالطبع فقد دفعتنى فرصة المقابلة الشخصية لجماعة العلماء ذوى الأسماء اللامعة الى بذل مجهود كبير لتمثيل المصطلحات والأسس الرياضية المميزة للنظرية الجديدة والتى كانت مجهولة لنا فى « الفيزياء الكلاسيكية » بعد انتهاء المحاضرة دعانى أينشتين ــ الذى استطعت جذب انتباهه بشدة ــ لمناقشة الأفكار الجديدة فى منزله . أثناء سيرنا فى الطريق سألنى أينشتين عن تطورات دراستى وعن اهتماماتى الفيزيائية الحالية . وما أن وصلنا الى باب شقته حتى بدأ الحديث بسرعة بسؤال يستهدف الفروض الفلسفية لتجاربى .

اينشتين : « ان ما حدثتنا عنه اليوم يبدو غريبا للغاية . فأنت تفترض من ناحية أن الذرة تحتوى على اليكترونات ، وبالطبع فانك محق فى ذلك ، ولكنك تريد من ناحية أخرى محو فكرة مسارات الاليكترونات فى الذرة تماما ، بالرغم من أننا يمكننا مشاهدة « مسارات الأليكترونات » مباشرة داخل « غرف الضباب » . هل تستطيع أن توضح لى بطريقة أدق الأسباب التى دفعتك الى هذا الافتراض العجيب ؟ » .

هيزنبرج : « ان الانسان لا يستطيع أن يرى « مسارات الاليكترونات » داخل الذرة . ولكن الأشعة التى تنبعث من الذرات أثناء « عملية التفريغ » ، تمكننا مباشرة من التأكد من وجود « الترددات الاهتزازية » و « السعات » اللازمة لها . كما أن المعلومات عن « أعداد الاهتزازات » وعن « السعات » تمثل تعويضا فى الفيزياء الجديدة عن « المسارات الاليكترونية » ومن هنا فمن المعقول الأخذ فقط بالكميات القابلة للمشاهدة فى النظرية وقد بدا لى أيضا أن الأخذ بهذه الكليات (die Gesamtheiten) يتفق مع الطبيعة »

اينشتين : « لكنك بالتأكيد لا تعتقد بصدق أن الانسان يستطيع فى

---

(١) Herman Von Helunholtz فيزيائى ألمانى (١٨٢١/٨/٣١ ــ ١٨٩٤/٩/٨) .

نظرية فيزيائية متينة الأخذ فقط بالكميات التى يمكن مشاهدتها بالفعل ؟ » ٠

هيزنبرج : « لقد ظننت أنك ـ خصوصا ـ قد أخذت بهذه الفكرة كأساس لنظريتك النسبية ٠ لقد ركزت هنك على أننا لا يجب أن نتحدث عن أزمنة مطلقة وذلك لأننا لا نستطيع مشاهدة هذه الأزمنة ، وفقط فان قراءات الساعات الساكنة أو المتحركة فى « نظام » ما تعد مقياسا لتحديد الزمن » ٠

اينشتين : « لعلى قد استخدمت هذا النوع من الفلسفة ، ولكنها بالرغم من ذلك تعتبر هراء ٠ أو ربما أقول ، اذا توخيت الحذر ، انه من المهم التذكير بما نستطيع مشاهدته بالفعل ٠ ولكنه من الناحية المبدئية من الخطأ تأسيس نظرية على « الكميات القابلة للمشاهدة » فقط ٠ ذلك أن الواقع هو العكس تماما ٠ ان النظرية هى التى تحدد ما يمكن مشاهدته ؛ كما أن المشاهدة فى حد ذاتها تعد عملية معقدة للغاية ٠ ان الحدث الذى نريد مشاهدته له تأثيرات معينة على الأجهزة التى نستخدمها فى المشاهدة وكذلك فان هناك أحداثا أخرى تقع فى الجهاز وتؤدى بطريقة ملتوية الى انطباعاتنا الحسية والى تثبيت نتائج المشاهدة فى شعورنا ٠ انه لمن المحتم علينا أن نعرف كيف تعمل الطبيعة فوق هذه الدرب الطويل الواصل بين الحدث المعين وبين عملية تثبيت نتائجه فى شعورنا ؛ وبالتالى فانه يتوجب علينا أن نعرف القوانين الطبيعية اذا أردنا أن نزعم أننا قد شاهدنا شيئا ما ٠ ان النظرية فقط ، أو بمعنى آخر معرفة القانون الطبيعى ، هى التى تسمح لنا بامكانية التوصل الى وقوع الحدث عن طريق الانطباع الحسى ٠

اذا زعمنا أننا نستطيع مشاهدة حدث ما ، فاننا يجب علينا أن نقول بدقة أكثر : بالرغم من أننا نتهيأ للتعبير عن قوانين طبيعية جديدة لا تنطبق مع القوانين التى لدينا بالفعل ، فاننا فى الواقع نخمن أن القوانين القديمة تعمل بدقة على الطريق من الحدث المشاهد الى عيوننا بحيث اننا نستطيع الاعتماد عليها ومن هنا يصبح من حقنا الحديث عن المشاهدة ٠ اننا نفترض فى النظرية النسبية مثلا أن أشعة الضوء فى « النظام النسبى المتحرك » (bewegte Bezugs system) التى تذهب من الساعة الى عين المشاهد تعمل تماما ـ كما نتوقع ـ وفقا لقوانين « الفيزياء الكلاسيكية » ٠ ويبدو كذلك أنك تفترض من نظريتك أن كل « ميكانيكية الاشعاع الضوئى » الخارج من الذرة المهتزة الى « جهاز الطيف » أو الى العين ، تعمل تماما كما افترضنا دائما ؛ أى وفقا

لقوانين « ماكسويل » (Maxwell) • واذا لم يكن هذا هو الحال فانك لن تستطيع مشاهدة الكميات التى وصفتها بأنها قابلة للمشاهدة • واذن فان زعمك الخاص بأخذ الكميات القابلة للمشاهدة فقط فى الاعتبار ، يحتل — فى الواقع — تخميننا لخاصيته فى النظرية التى تحاول بناءها • انك تخمن أن نظريتك هذه سوف لا تمس الوصف الحالى « لعمليات الاشعاع » فى النقط التى تهمك ، ولعلك تكون محقا فى ذلك ، ولكننى أشك فى أنك تستطيع القطع بأن هذا هو ما يحدث بالفعل » •

هيزنبرج : « ان الفكرة القائلة بأن كل نظرية يجب أن تكون تلخيصا للمشاهدات ، بناء على مبدأ الاقتصاد الفكرى(١)، ترجع الى الفيزيائى الفيلسوف ماخ (٢) (Mach) ويزعم البعض من وقت لآخر أنك قد أخذت بفكرة ماخ هذه أثناء بنائك للنظرية النسبية ؛ ولكن ما قلته الآن يبدو مخالفا لهذا الاتجاه تماما • ترى ما الذى ينبغى على الآن اعتقاده ، أو بمعنى آخر ما الذى تعتقده أنت بهذا الصدد ؟ » •

أينشتين : « هذه قصة طويلة ، ولكن يمكننا الحديث عنها بالتفصيل • ان مصطلح ماخ « للاقتصاد الفكرى » ربما يحتوى على جزء من الحقيقة ولكنه يبدو لى شيئا سخيفا حقا •

ودعنى أولا أتناول الحجج التى تؤيد رأى ماخ • ان ادراكنا للعالم يكتمل بالقطع عن طريق حواسنا ، ففى اللحظة التى تعلمنا فيها كأطفال صغار الحديث والتفكير ، حدث ذلك عن طريق معرفة احتمالات وصف « انطباعات حسية » معقدة ولكن مترابطة على نحو ما خلال كلمة معينة • فلنأخذ مثلا كلمة « كرة » ؛ اننا نتعلم هذه الكلمة من الكبار ونشعر بسعادتنا على التفاهم بها • واذن فانه يمكن القول أن بناء الكلمة ثم المصطلح « كرة » يعد « عملية اقتصاد فكرية » يمكننا بها التعبير عن « انطباعات حسية » معقدة فعلا • ولكن ماخ لم يتصد بأى حال للسؤال عن المتطلبات العقلية والجسمية للانسان — فى حالتنا هذه للأطفال — التى لابد وأن يتوفر وجودها كى تبدأ عملية التفاهم • اننا نعرف أن ذلك يتكون لدى الحيوانات ولكن بطريقة رديئة ؛ ولكن دعنا من ذلك الآن • ان ماخ يعنى أيضا أن بناء النظريات العلمية — حتى المعقدة جدا — يتم أساسا بطرق متشابهة مؤداها أننا نحاول ترتيب الظواهر

---

(١) أى استخدام مجموعة الأفكار اللازمة لبناء النظرية فقط •

(٢) Ernst Mach فيزيائى وفيلسوف ألمانى (١٨٣٨/٢/١٨ — ١٩١٦/٢/١٩) •

ثم اسنادها بطريقة ما الى ما هو أيسر ؛ وبهذه الطريقة يمكننا فهم مجموعة كبيرة من الظواهر باستخدام بضع مصطلحات قليلة ٠ ان كلمـــة « فهم » هنا لا تعنى الا امكانية الالمـام بالنواحى المختلفة للظواهر عن طريق هذه المصطلحات البسيطة ٠

ان ذلك كله يبدو معقولا ، ولكن علينا أن نسأل عما يعنيه هنـــا مبدأ « الاقتصاد الفكرى » ٠ هل يقصد به « الاقتصاد الفلسفى » ، أو « المنطقى » ، أو لنسأل بطريقة أخرى ٠ هل نعنى هنا الناحية الذاتية أو الناحية الموضوعية للظاهرة ؟ عندما يقوم الطفل ببناء المصطلح « كـــرة » ، فانه بذلك يتوصل نفسيا الى تبسيط معين مؤداه التعبير عن « انطباعات حسية » معقدة بواسطة هذا المصطلح ، أم هل توجد « الكرة » بالفعل ؟ ربما أجاب ماخ على هذا الســؤال قائلا : « ان الجملة الكرة توجد بالفعل ، لا تتضمن شيئا أكثر من الزعم بالانطباعات الحسية البسيطة التى يمكن التعبير عنها » ؛ ولكن ماخ يعتبر مخطئا هنا ٠ وذلك أولا لأن الجملة « الكرة توجد بالفعل » تتضمن أيضا مجموعة كبيرة من المقولات عن « انطباعات حسية محتملة » قد تقع فى المستقبل ٠ ان ما هو « محتمـــل » (das Mogliche) أو « متوقع » (das zu Erwartende) يعتبر جزءا هاما جدا من حقيقتنا ولا يجب أن ننساه بجوار ما هو واقع بالفعـــل ٠ وثانيا فاننـــا يجب أن نفكر أن الانتقـال من « الانطباعات الحسية » الى « التصورات » و « الأشياء » يعتبر فرضا أساسيا لفكرنا ٠ اننا اذن عندما نتحدث فقط عن « الانطباعات الحسية » فاننا نحتاج الى لغتنا وفكرنا ٠ وبمعنى آخر ، فان حقيقة أن العالم موجود بالفعل وأن « انطباعاتنا الحسية » تعتبر أساسا « شيئا موضوعيا » ، كل هذا يبدو غير مهم عند ماخ ٠ اننى لا أريد بهذا القول « بالواقعية الساذجة » ، وذلك لأننى أعرف أننا بصدد قضايا معقدة للغاية ، ولكننى أشعر أن مصطلح ماخ عن المشاهدة يعتبر أيضا شيئا ساذجا ٠ ان ماخ يتصرف وكأننا نعرف فعلا ما تعنيه كلمة « يشاهد » ، ولأنه يعتقد أنـــه يستطيع فى هذا الموقف الضغط على القرار « ذاتى » أو « موضوعى »، فان مصطلحه للتبسيط قد حصل على هذا الوصف المعقد المشكوك فيه : أى « الاقتصاد الفكرى » الذى طغت الذاتية على لونه ٠ وفى الواقع فان بساطة القانون الطبيعى تعد أيضا حقيقة موضوعية ، وبالتالى فانه من المهم للغاية اقامة التوازن الصحيح بين الناحيـــة الذاتية والناحية الموضوعية لعملية التبسيط أثناء أى عملية صحيحة

لبناء المصطلحات • وبالطبع فان ذلك صعب للغاية • ولكن لنعد مرة ثانية الى موضوع محاضرتك • اننى اعتقد أنك ستواجه صعوبات كثيرة فى نظريتك فيما بعد وخصوصا عند الموقع الذى تحدثنا عنه سابقا •

ودعنى الآن أذكر لك الأسباب بدقة • انك تتصرف كما لو كنت تستطيع ترك كل شيء على جانب المشاهدة كما هو عليه حتى الآن ، وهذا يعنى ، كما لو كنت تستطيع الحديث « باللغة التى لدينا الآن عما يشاهده الفيزيائيون • واذن فيتحتم عليك القول : اننا نشاهد « مسارات الاليكترونات » فى « غرفة الضباب » من خلال جدران الغرفة ، أما فى الذرة فلا يجب أن توجد « مسارات للاليكترونات » • ان هذا بالطبع يعد هراء محققا • فمصطلح « المسار » لا يجب أن يختل ببساطة لعله تصغير « الحيز » الذى يتحرك فيه الاليكترون » •

هيزنبرج : « اننا لا نعرف قطعيا فى الوقت الحاضر بأى « لغة » نستطيع الحديث عما يحدث داخل الذرة • حقيقة ان لدينا « لغة رياضية » أو بمعنى آخر « نسق رياضى » نستطيع بمساعدته حساب «مستويات الطاقة الثابتة للذرة» أو « احتمالات الانتقال » من مستو الى آخر • ولكننا لا نعرف بعد كيف ترتبط هذه « اللغة » مع لغتنا الفيزيائية العادية • وبالطبع فاننا نحتاج الى هذه الرابطة من أجل تطبيق النظرية على التجارب العملية ؛ لأننا نتحدث عن التجارب دائما « باللغة العادية » أى اللغة الحالية « للفيزياء الكلاسيكية » • وبناء على هذا فنحن لا نستطيع الزعم بأننا قد « فهمنا » بعد « ميكانيكا الكم » • واذن فاننى أخمن أن « النسق الرياضى » صحيح فعلا ولكن علاقته مع « اللغة العادية » لن تتكون بعد • وفقط عندما ننجح فى تكوين هذه العلاقة ستصبح ــ كما أتمنى ــ عملية الحديث عن مسارات الاليكترونات داخل غرف الضباب ميسرة لنا بلا تناقضات داخلية • وكما ترى اذن فالوقت ما زال مبكرا لحل مشكلتك » •

أينشتين : حسن ، دعنى أقر هذا • اننا سوف نستطيع الحديث عن ذلك بلا شك بعد بضع سنوات • ولكن ربما تسمح لى باثارة قضية أخرى ترتبط بمحاضرتك • ان « ميكانيكا الكم » لها جانبان مختلفان تماما • جانب يعنى ــ كما يكرر بوهر دائما « باستقرار » الذرات ، وهو أنها تدع الأشكال نفسها تتكون من جديد دائما • وجانب آخر يصف لنا عنصراً غريبا من « اللا استمرارية »

(Diskontinuitat) فى الطبيعة نراه مثلا عندما نشاهد ومضة الضوء المنبعثة من عينة من «المواد المشعة» فوق «الشاشات الضوئية(١)» . ان هذين الجانبين يرتبطان بالطبع ببعضهما . واذن فمن المحتم عليك الحديث عن هذين الجانبين أثناء تناولك « لميكانيكا الكم » ، وليكن ذلك مثلا عندما تتحدث عن « الارسال الضوئى » لذرة ما . انك تستطيع حساب « قيم الطاقة المحددة (diskrete Energie Werte) « للمستويات الثابتة » . واذن فان نظريتك تستطيع حساب « استقرارية » الأشكال التى لا تنتقل باستمرارية خلال بعض ولكنها تختلف بكميات نهائية محددة وتتكون من جديد دائما . لكن ما الذى يحدث خلال عملية الاشعاع الضوئى ؟ لعلك تعرف ، أننى قد حاولت تصور أن الذرة تهبط فجأة من قيمة طاقة ثابتة الى قيمة أخرى وذلك بأن ينبعث الفرق بين القيمتين على هيئة « حزمة طاقة » أو ما يسمى « بالكم الضوئى » (Lichtquant) . ان هذا يعتبر مثلا خاصا لعنصر « اللا استمرارية » الذى أشرت اليه . هل تعتقد أن هذا التصور صحيح ؟ هل تستطيع بدقة أكثر حساب الانتقال من مستوى ثابت الى مستوى آخر ؟ » .

هيزنبرج : « أعتقد أننى قد تعلمت من بوهر أننا لا نستطيع الحديث أبدا عن مثل هذا الانتقال باستخدام مصطلحاتنا الحالية ، وأننا لا نستطيع وصفه ـ بأى حال ـ كحدث فى « الزمان » و « الحيز » . بالطبع هذا ليس كثيرا ، ويمكن القطع بأننا لا نعرف شيئا بهذا الصدد . أما بالنسبة لسؤالك عما اذا كنت أعتقد فى وجود « الكم الضوئى » أم لا ، فاننى لا أستطيع هنا تقرير اجابة محددة . يبدو أن عملية الاشعاع ترتبط بعنصر من « اللا استمرارية » أو ما تمثله أنت « بالكم الضوئى » ـ بيد أنها تتضمن أيضا عنصرا من « الاستمرارية » يتجلى فى ظواهر « التداخل الضوئى » ويمكن وصفه بسهولة « بالنظرية الموجية » . ولكنك تسأل بحق عما اذا كنا نستطيع من خلال « ميكانيكا الكم » ، التى لم نفهمها بعد بكل دقة ، أن نتعلم شيئا عن هذه القضايا المعقدة للغاية . اننى أتصور أننا نستطيع الحصول على معلومات هامة اذا اعتبرنا أن الذرة توجد فى حالة « تبادل طاقى » (Energie austaunle) مع الذرات الأخرى القريبة منها أو مع « المجال الضوئى » (Hrohlsfeld) المحيط بها . بعد ذلك فاننا نستطيع البحث عن « اهتزاز الطاقة » فى الذرة . اذا تغيرت الطاقة بطريقة غير مستمرة ، كما نتوقع حسب

(١) مثل شاشة التليفزيون .

تصــــورك « للكم الضوئى » فانه عنـــــدئذ يكون « الاهتزاز » (Schwankung) ، أو بالتعبير الرياضى « متوسط مربع الاهتزاز » (mıtlere Schwinkungsquadrate)أكبر منه فى حالة ما اذا كانت الطاقة تتغير بطريقة مستمرة . اننى أميل الى الاعتقاد أن النتيجة الكبرى التى ســتخرج من « ميكانيكا الكم » هى الظهـور المبـاشر لعنصر « اللا استمرارية » . ومن ناحية أخرى فانه يتحتم رؤية عنصر « الاستمرارية » الذى نشاهده فى ظواهر « التداخل الضوئى » . ربما يجب علينا أن نتصور طريقة الانتقال من مستوى ثابت الى آخر مثلما يحدث فى بعض الأفلام حيث يتم الانتقال من صورة الى أخرى . فى هذه الحالة لا يحدث الانتقال فجأة ولكن الصورة تصبح بمرور الوقت باهتة بينما تظهر الصورة الأخرى ببطء ، وبالطبع فان هناك فترة لا يمكننا فيها التحقق من الصورة المرادة بالفعل . ربما يوجد هناك مستوى بينى لا يمكننا فيه أن نعرف ما اذا كانت الذرة تنتمى الى المستوى الأعلى أو الأسفل » .

أينشتين : « ان أفكارك تتحرك الآن فى اتجاه خطير جدا . فانت تتحدث عما نعرفه عن الطبيعة وليس عما تقوم به الطبيعة بالفعل . ان القضية فى العلوم الطبيعية تدور فقط حول استنباط ما تقــوم به الطبيعة بالفعل . بالطبع قد يكون من الممكن أن كلا منا يعرف شيئا مختلفا عن الطبيعة ، ولكن من يهمه هـــذا ؟ ، ربما أنت وأنا . ولكن بالنســبة للمجمــوع فان ذلك يعتبر شيئا غير مهم قطعيا . ومن هنا فاذا كانت نظريتك صحيحة بالفعل ، فانه يتحتم عليك أن تخبرنى فى يوم ما عما تفعله الذرة أثنـــاء انتقالها من « مستوى ثابت » الى « مستوى آخر » خلال « عملية الاشـــعاع الضوئى » .

هيزنبرج : « ربما ، ولكن يبدو أنك تستخدم اللغة بطريقة فظة بعض الشىء . وبالرغم من ذلك فاننى أعترف حقــا أن كل ما أستطيع الاجابة به الآن لا يعدو التبرير الذريع فلننظر اذن كيف ستتطور النظرية الذرية » .

أينشتين : « لمـــاذا تؤمن بنظريتك بهـــذه الدرجة بالرغم من أن هناك أسئلة مركزية لم تصبح واضحة بعد ؟ » .

هيزنبرج : « اننى أعتقد مثلك أن « بساطة القوانين الطبيعية » لها صفة موضوعية وأن الأمر لا يتطلب فقط « الاقتصاد الفكرى » . عندما تقودنا الطبيعة الى « أشكال رياضية » ذات بساطة كبرى وجمال فائق ــ وأعنى بكلمـــة أشكال هنــا : نظما مغلقـــة من الفروض

الأساسية ، والبديهيات وخلافه - أى الى أشكال لم يفكر فيها أحد من قبل ؛ عندئذ سيتبين لنا - دون قيد أو شرط - أنها أشكال فعلية ، أو بمعنى آخر أنها تمثل نفثة حقيقية من الطبيعة • ولعل هذه الأشكال تتناول أيضا علاقتنا بالطبيعة وتحتوى على عنصر من « الاقتصاد الفكرى » • ولكن بما أننا لم نستطع حتى الآن التفكير بأنفسنا فى هذه الأشكال التى يجب أن تقدم لنا أولا من قبل الطبيعة ، فلابد أنها تنتمى الى الواقع نفسه ، وليس فقط لأفكارنا عن الواقع • لعلك تتهمنى هنا بأننى استخدم مقياسا جميلا للواقع بحديثى عن البساطة والجمال • ولكننى أعترف أن ثمة قوة اقناع كبرى تنبثق - بالنسبة لى - من البساطة والجمال للنسق الرياضى الذى ألهمته الطبيعة لنا • وبالتأكيد انك قد عايشت هذا أيضا وان الانسان ليكاد ينتابه الفزع من بساطة وحبكة العلاقات التى تظهرها الطبيعة له مرة واحدة • ان الشعور بأننا ننبهر بمثل هذا المنظر يختلف تماما حتى عن السعادة التى نشعر بها عندما ننجز بأنفسنا عملا يدويا فيزيائيا أو غير فيزيائى - على وجه حسن • ومن هنا فاننى أتمنى بالطبع أن تحل كل القضايا التى تحدثنا عنها اليوم بطريقة ما • ان بساطة « النسق الرياضى » تؤدى حتما الى امكانية التفكير فى تجارب متعددة يمكن التنبؤ الحسابى بنتائجها بكل دقة وفقا للنظرية • وعندما تجرى هذه التجارب بالفعل وتؤدى الى النتائج المتنبأ بها فانه لن يتطرق الشك الينا بعد ذلك فى أن النظرية تمثل الطبيعة فى هذا الميدان بطريقة صحيحة » •

أينشتين : « ان التحقيق عن طريق التجربة يعتبر الفرض التافه لصحة أى نظرية فيزيائية • ولكننا لا نستطيع اختبار كل شيء • ولذلك فان ما قلته بصدد البساطة الرياضية يهمنى أكثر • بيد أننى لا أريد الزعم بأننى قد فهمت ما يمكن أن يترتب على بساطة القوانين الطبيعية » •

بعد أن استمر الحديث لوقت طويل حول مقاييس الحقيقة فى الفيزياء ودعت أينشتين ثم قابلته بعد سنة ونصف فى « مؤتمر السولفوى » Solvay-konferenz فى بروكسيل حيث أدت أسس « نظرية الكم » المتعلقة بالفلسفة ونظرية المعرفة مرة أخرى الى مناقشات مثيرة بلا حدود •

٦ ـ رحلة الى العالم الجديد

(١٩٢٦ ـ ١٩٢٧)

لو بحثنا عن سر الانجاز الرائع لكريستوفر كولومبوس (١) عندما اكتشف أمريكا فاننا سنجد أنه لم يكن فكرة استغلال كروية الأرض للسفر الى الهند عن طريق الابحار نحو الغرب ، لأن هذه الفكرة أثيرت قبل ذلك بواسطة رحالة آخرين · أيضا لم يكن سر هـذا الانجاز هو العناية الفائقة التى صاحبت رحلته والمعدات المتخصصة للسفينة التى كان من الممكن اعدادها بواسطة آخرين · ولكن أصعب ما تضمنته رحلة الاستكشاف هذه هو العزم على ترك الأرض المعروفة حـتى ذلك الحين والرحيل بعيدا الى الغرب حيث تصبح العودة غير ممكنة اذا حسـبنا المؤن التي زودت بها السفينة · بنفس هذا المنطـق ، فاننا نستطيـع كسب أرض جديدة فى العلم فقط اذا عزمنا عند منعطف هام فى أبحاثنا على ترك الأسس التى استند عليها العلم حتى هذا المنعطف والقفز أحيانا فى الفضاء · لقد أقلع أينشتين فى نظريته النسبية عن استخدام المصطلح المعروف وقتها عن التلازم الزمنى والذى ينتمى الى الأسس الثـابتة للفيزياء الكلاسيكية ، وقد كان هذا الاقلاع فى ذاته هو السبب الذى أدى بكثير من الفيزيائيين والفلاسفة الأجلاء الى موقف العداء المرير ضد

(١) Christoph Kolumbus (١٤٥١/٨/٢٥ ـ ١٥٠٦/٥/٢٠) رحالة ايطالى ·

النظرية النسبية وذلك يرجع الى عدم قدرتهم على هضم هذه الفكرة • بل انه يمكن القول أن التقدم العلمى يتطلب فقط من الذين يشتغلون به الأخذ بمضامين فكرية جديدة والعمل بها ، وبالطبع فان كل الذين يشتغلون بالعلم على استعداد تام لذلك • غير أنه عند الخوض فى أرض جديدة يتحتم علينا أحيانا ليس فقط الأخذ بمضامين جديدة ولكن أيضا تغيير التركيب الفكرى ذاته • اذا أردنا فهم ما هو جديد • ويبدو أن الكثيرين من المشتغلين بالعلم غير مستعدين أو قادرين على انجاز هذه الخطوة التى تجلت صعوبتها المطلقة فى الشكل الحاد الذى أخذته المناقشات أثناء مؤتمر العلماء الطبيعيين فى ليبزيج • وبالتالى فقد وجب علينا نحن المشتغلين « بنظرية الكم الذرية » توقع حدوث مثل هذه الصعوبات •

فى الأشهر الأولى لسنة ١٩٢٦ وتقريبا فى نفس الوقت الذى ألقيت فيه محاضرتى فى برلين قرأنا فى جوتنجين بحثا للفيزيائى النمساوى « شرودنجر (١) » يتناول فيه قضايا النظرية الذرية من ناحية جديدة كلية • لقد وجه الفرنسى « لويس دى بروى (٢) » ، النظر قبل عام من ذلك الى « الازدواجية » (Dualismus) العجيبة بين « التصور الموجى » و « التصور الجسيمى » التى حالت آنذاك دون الوصول الى تفسير عقلى « للظواهر الضوئية » والتى اعتقد أنها قد تلعب دورا أيضا بالنسبة للمادة ، أى بالنسبة للاليكترونات مثلا •

طور شرودنجر هذه الافكار فى البحث المشار اليه ثم تمكن من الوصول الى «المعادلة الموجية» أو القانون الذى تنبعث وفقا له «موجات» من مادة ما تقع تحت تأثير « مجال أى قوة كهرومغناطيسية » • وقد استطاع شرودنجر أيضا بناء على هذا التصور المقارنة بين « المستويات الطاقية الثابتة » للأغلفة الذرية و « الاهتزازات الطولية » (Stehende Schwgunge) لنظام كالخيط المهتز مثلا • ومن هذه المقارنة تبين أن « طاقات » هذه « المستويات » تتصرف مثل « ترددات الاهتزازات الطولية » • كما تبين أيضا أن هذه « الطاقات » — التى توصل اليها شرودنجر بطريقة مباشرة — تتفق مع نتائج « ميكانيكا الكم الجديدة » • وقد كانت النقطة الأهم من ذلك تتركز فى نجاح شرودنجر فى اثبات أن « الميكانيكا الموجية » التى بناها تنطبق رياضيا مع « ميكانيكا الكم » ، وبالتالى فان ثمة تعبيرين رياضيين مختلفين لموضوع واحد •

---

(١) Erwin Schrodinge (١٨٨٧/٨/١٢ — ١٩٦١/١/٤) •
(٢) Louis de Broglie (١٨٩٢/٧/١٥ —)

أثارت هذه التطورات الجديدة لدينا شعورا بالسعادة وذلك لأن ثقتنا في صحة التعبيرات الرياضية الجديدة قد ازدادت بدرجة كبيرة بالاضافه الى أن هذه التطورات قد هيأت لنا فرصة اجراء حسابات عديدة كان القيام بها فى ميكانيكا الكم يعتبر معقدا للغاية (١) ٠ بيد أن الصعوبات تركزت الآن فى التفسير الفيزيائى لهذا « النسق الرياضى » الذى اقامه شرودنجر ٠ لقد اعتقد شرودنجر أنه بالانتقال من فكـرة « الجسيمات » البحتـة الى فكرة « الموجات المادية » (Materie wellern) أمكنه التغلب على كل المتناقضات التى حالت دون فهم « نظرية الكم » لأزمنة طويلة ٠ ان « الموجات المادية » يجب اذن أن تكون « عمليـات ظاهرية » فى « الحيز » و « الزمان » بنفس المنطق الذى تعودنا به ادراك الموجات الكهرومغناطيسيه » أو « الموجات الصـوتية » فى « الفيزياء الكلاسيكية »٠ كما أن « اللااستمرارية » ــ التى لم يكن من الممـكن تفسيرها فى « ميكانيكا الكم » ــ والتى تتجلى فى « الفقرات الكمية » (Quantensprunge) وأمثـالها يجب أن تختفى تمـاما من النظرية ٠ لم أستطع الاعتقاد فى تفسير شرودنجر هذا وذلك لأنه يتناقض تماما مع تصوراتنا فى كوبنهاجين وقد أصبحت قلقا لأن فيزيائيين كثيرين نظروا اليه كمخلص لهم من تلك القضية الغامضة ٠

من خلال المحاورات التى أجريتها مع نيلز بوهر وفولفجانج باولى وكثيرين آخرين أثناء السنوات السابقة اعتقدنا جميعا أننا قد اكتسبنا وضوح كامل للرؤية مبنى على أن « الوصـف الظـاهرى » المعتمد على « الحيز » و « الزمان » للأحداث فى الذرة غير ممكن ٠ وذلك لأن « عنصر اللااستمرارية » الذى وصفه أينشتين فى برلين كنفثة خاصـة مميزة « للظواهر الذرية » ، لا يسمح بمثل هذا الوصف ٠ بالطبع فقد كان هذا اثباتا سلبيا ضـد نظريتنا وقد كنا لذلك بعيدين عن أى تفسير متكامل « لميكانيكا الكم » ٠ ولكننا كنا نعتقد فى ثقتنا أنه يتحتم علينا التخلص من التصور عن وجود « أحداث موضـوعية » فى « الحيز » و « الزمان » ٠ على النقيض من ذلك فقد تخطى التفسير الشرودنجرى كل هـذه الحواجز بمفـاجأة كبرى مؤداها تكذيب وجـود هـذه « اللااستمرارية » ٠ وصار ــ بناء على ذلك ــ من غير الحقيقى أن الذرة تغير « طاقتها » فجأة بالانتقال من « مستوى ثابت » الى آخر وأن « الطاقة المفقودة » تخرج على شكل ما أسماه أينشتين « بالكم الضوئى » ٠

---

(١) وذلك لأن النسق الرياضى لهذه الميكانيكا كان مبنيا على نظرية المصفوفات ٠

أكثر من ذلك فقد فسر شرودنجر « عملية الاشعاع » هذه بأنها تتم عن طريق اثارة « اهتزازتين ماديتين طوليتين » يؤدى التداخل بينهما الى ارسال « موجات كهرومغناطيسية » على شكل « موجات ضوئية » . لقد بدا لى هذا الغرض وكأنه تجرؤ على حقيقة واقعة ومن ثم فقد جمعت كل الحجج التى تثبت أن « اللا استمرارية » تعد بالقطع نفشة فعلية للطبيعة . كانت أول هذه الحجج بالطبع تتركز فى « معادلة الاشعاع » لبلانك التى لم يشك أحد فى صحتها الوضعية والتى كانت نقطة الانطلاق « لمبدا بلانك » حول « قيم الطاقة الثابتة المحددة » .

عند نهاية الفصل الدراسى الصيفى لسنة ١٩٢٦ دعى زومرفيلد شرودنجر الى ميونخ لالقاء محاضرة عن نظريته الموجية ومن ثم فقد أتيحت لى الفرصة الكبرى لمناقشتها معه خصوصا وأننى قد قمت فى هذا الفصل الدراسى فى كوبنهاجين باستخدام طريقة شرودنجر فى بحث حول « ذرة الهيليوم » . وأثناء أجازة استجمام تلت نهاية البحث بجوار « بحيرة ميوزا » (Mjosasee) فى النرويج أخذت النص فى حقيبتى وتجولت وحيدا من « جود براند سدال » (Gudbrandsdal) فوق سلاسل عديدة من الجبال مارا فوق الطريق الغير ممهد المجاور « لزوينيفيور » (Soynefjord) ثم بعد اقامة قصيرة فى كوبنهاجن سافرت الى ميونخ لقضاء جزء من العطلة فى زيارة لوالدى وسماع محاضرة شرودنجر . لقد ظهر فى المحاضرة عميد معهد الفيزياء العملية فى جامعة ميونخ « فيلهم فين » (Wilhelm Wien) الذى كان شديد الارتياب فى مبدأ الذرية (Atomystik) لزومر فيلد .

فى بداية المحاضرة قام شرودنجر بمناقشة المبادىء الرياضية « للميكانيكا الموجية » فى حالة « ذرة الهيدروجين » وقد كنا جميعا متحمسين للغاية لأنه قد أصبح من الممكن أخيرا استخدام الطرق الرياضية المعروفة بتناسق كامل فى حل هذه المشكلة التى نجح فولفجانج باولى بصعوبة شديدة فى حلها عن طريق « ميكانيكا الكم » . وفى نهاية المحاضرة تحدث شرودنجر عن تفسيره للميكانيكا الموجية الذى لم أثق فى صحته . وفى المناقشة التى تلت ذلك قدمت اعتراضا وجهت فيه النظر الى أن استخدامنا لرأى شرودنجر سيؤدى بنا للأسف الى عدم فهم « قانون الاشعاع » لبلانك . ولكننى فى هذه النقطة الانتقادية لم أكن موفقا بالقطع فقد وقف . فيلهلم فين على الفور معلنا بطريقة حادة أنه متفهم تماما لأسفى هذا خصوصا وأنه الآن قد جاءت نهاية « ميكانيكا الكم » وأنه يجب علينا من الآن عدم الحديث عن هراء مثل « القفزات الكمية » . أما بالنسبة للمشكلة التى أثرتها فقد قام شرودنجر بالتصدى

لها فى وقت قصير · بيد أنه لم يكن واثقا فى اجابته وظل مقتنعا بأنها مسألة وقت حتى نستطيع التغلب على هذه المشكلة ولكن يلزمنا أولا تحويرها كى تتفق مع روح نظريته · لم يكن من الممكن لى بعد ذلك استخدام حججى لجذب اهتمام أى من الحاضرين · حتى زومر فيلد لم يستطع التغلب على قوة الاقناع التى سطت بها رياضيات شرودنجر ·

عدت بعد انتهاء المحاضرة والمناقشة الى منزلنا وقد انتابنى احباط شديد ولعلى كتبت فى نفس الليلة خطابا الى نيلز بوهر أخبره فيه عن النهاية الفاشلة للمناقشة · وربما كان ذلك الخطاب ذريعة لدى بوهر لأرسال دعوة الى شرودنجر للمجىء الى كوبنهاجن فى سبتمبر لمدة أسبوع أو أسبوعين وذلك لاجراء مناقشة واسعة حول تفسيره « للميكانيكا الموجية » و « ميكانيكا الكم » · لقد وافق شرودنجر على الدعوة وبالطبع فقد قررت فورا السفر الى كوبنهاجن لحضور المحاورة الهامة · بدأت المناقشات بين بوهر وشرودنجر فى محطة السكك الحديدية وامتدت كل يوم من الصباح الباكر وحتى وقت متأخر من الليل · وقد ساهمت اقامة شرودنجر فى بيت بوهر فى عدم انقطاع المحاورات مهما كانت الأسباب · وبالرغم من أن بوهر كان عادة كثير الاكتراث بضيوفه ، ودودا ، لطيف الكلام ، الا أنه قد بدا لى فى هذه الأيام وكأنه متعصب صلد ، لم يكن مستعدا للانتقال خطوة واحدة تجاه رفيقه فى المناقشة أو حتى اعطاء الفرصة لسوء الفهم ولو لحظة واحدة · انه لمن الصعب جدا اعادة صورة كاملة للمناقشة بينهما وكيف أن كلا منهما كان مقتنعا للغاية برأيه · ولذلك فان المحاورة التالية تعتبر صورة باهتة للحديث بينهما الذى تجلت فيه بكل قوة الصراع حول تفسير التمثيل الرياضى الجديد للطبيعة ·

شرودنجر : « انه ليتحتم عليك أن تفهم ، يا بوهر ، أن كل التصورات حول « القفزات الكمية » ما هى الا هراء محض · هناك يزعم البعض أن الاليكترون الموجود فى ذرة ما يدور فى « مسار » معين بطريقة « دورية » دون أن يشع · بيد أن هؤلاء لا يعطون أسبابا واضحة لعدم اشعاع الاليكترون فنحن نعرف أنه وفقا « لنظرية ماكسويل » لابد أن يشع هذا الاليكترون المتحرك طاقة · ثم بعد ذلك يقول البعض أن الاليكترون يقفز من هذا « المسار » الى آخر مما يؤدى الى وقوع « عملية الاشعاع » · واذن فالسؤال المنطقى هو هل يتم هذا الانتقال بالتدريج أو فجأة ؟ اذا كان يتم بالتدريج فان على الاليكترون أن يغير « تردد دورانه » و « طاقته » بالتدريج · عندئذ يصبح من غير المفهوم أن الاليكترون يعطى

بالرغم من ذلك « ترددات حادة » « لخطوط الطيف » · أما اذا حدثت عملية الانتقال فجأة ، أو بمعنى آخر فى « قفزة » واحدة ، فانه يمكننا التوصل الى « عداد الاهتزاز » الصحيح للضوء المنبعث عن طريق استخدام تصور أينشتين « للكم الضوئى » ، ولكن عندئذ يجب علينا أن نسأل عن كيفية ترك الاليكترون أثنـاء عمليـة « القفز » · لماذا لا يشع الاليكترون اذن أثناء ذلك « طيفا مستمرا» كما تتطلب نظرية « الظواهر الكهرومغناطيسية » ؟ وتحت أى قانون تتم حركته خلال « القفز » ؟ ومن هنا فان كل التصورات حول « القفز الكمى » ما هى الا أوهام كاذبة » ·

بوهر : « نعم ، انك محق بهذا الذى تقوله · ولكنه لا يثبت لنا عـدم وجود « قفزات الكم » · انه يبرهن فقط على أننا لا نسـتطيع تصورها ، أو بمعنى آخر فانه يبين أن « المصطلحات الظاهرية » ــ التى نصف بها الأحداث اليومية فى حياتنا والتجارب العملية فى الفيزياء الحالية ــ لا تعتبر كافية لتمثيل الأحداث التى تتم أثناء « القفزات الكمية » · ان هذا الموقف ليس غريبا ، اذا أدركنا أن الأحداث موضع البحث لا يمكن أن تكون موضوع تجارب عملية مباشرة ، وأننا لا نستطيع معايشـتها مباشرة وبالتالى تطبيق مصطلحاتنا عليها » ·

شرودنجر : « اننى لا أود الدخـول معك فى مناقشـة فلسفية عن بناء المصطلحات ، فذلك ينبغى ان يكون تخصص الفلاسفة فيما بعد ، ولكننى أريد أن أعرف ببساطة ما الذى يحدث داخـل الذرة ، وبالتالى فانه لا يهمنى بالمرة بأى « لغة » يمكننا الحديث عن هذا الموضوع · اذا كانت هناك اليكترونات داخل الذرة ، التى هى عبارة عن جسيمات وفقا لتصـورك حتى الآن ، فان هـذه الاليكترونات لابد وأن تتحرك ، ويجب ان نعرف أنه ليس مـن المهم لى الآن وصف هذه الحركة بكل دقة ، ولكن فى النهاية لابد وأن يكون ممكنا الوصول الى كيفية تصرف هذه الاليكترونات فى « المستويات الثابتة » أو أثناء انتقالها من مستوى الى آخر · اننا نعرف أن « التمثيل الرياضى » للميكانيكا الموجيـة أو الكميـة لا يزودنا باجابة شافية عن هذه الأسئلة · ولكن فى اللحظـة التى نبدى فيها استعدادنا لتغيير الصورة ، أى القول بأنه لا توجد اليكترونات « كجسيمات » بل توجد « موجات اليكترونية » أو « موجات مادية » ، فان كل شيء يظهـر بطريقة مختلفة · اننـا عندئذ لن نتعجب لوجود « الترددات الحادة » للاهتزازات · كما

أن الاشعاع الضوئى يصبح سهل الفهم تماما كما هو الحال فى الراديو من خلال « الهـوائى » (Antenne) وبذلك تختفى التناقضات السابقة الزائفة التى لا يمكننا حلها » .

بوهر : « لا ، ان هذا للأسف ليس صحيحا . ان التناقضات لا تختفى ولكنها تنتقل الى موضع آخر . انك تتحدث مثلا عن الاشـعاع الضوئى من خلال الذرة ، أو بمعنى آخر عن « التأثير المتبادل » (Wechselwirkung) بين الذرة والمجال الضوئى المحيط بها ، وتعنى أنه من خلال الفرض أن هناك « موجات مادية » وليس « قفزات كمية » قد اختفت الصعوبات تماما . ولكن دعنا نفكر فى «التوازن الديناميكى الحرارى» (Thermodynamiche Gleichgwicht) و « المجال الضوئى » مثلا فى استنتاج أينشتين «لقانون الاشعاع» لبلانك . انه من المهم جدا لاستنتاج هذا القانون أن طاقة الذرة تأخذ « قيما حادة » (diskrete Werte) وانها تتغير من حين لآخر « بلا استمرارية » . ان « القيم الحادة » للترددات الخاصـــة « بالاهتزازات الذاتية » (Eigenschwingemgen) لا تساعد بالمرة فى التغلب على هذا . انك لن تكون جادا اذا أردت وضع كل المبادىء الأساسية لنظرية الكم محل تساؤل » .

شرودنجر : « اننى بالطبع لا أزعم أن هذه العلاقات قد أصـــبحت مفهومة تماما لنا . ولكنك أيضا لا تملك تفسيرا فيزيائيا واقيـا لميكانيكا الكم . اننى لا أدرى لماذا لا يجب علينا أن نأمل أن تطبيق « علم الحرارة » على « نظرية الموجات المادية » سيؤدى فى النهاية الى تفسير حسن لمعادلة بلانك ، يختلف على أى حال عن التفسير الحالى » .

بوهر : « لا اننا لا يمكننا الأمل فى هذا . وذلك لأننا نعرف منذ خمسة وعشرين عاما ما تعنيه معادلة بلانك . وبالاضافة الى ذلك فاننا نرى « اللااستمرارية » أو القفزية فى الظواهر الذرية مباشرة ، مثلا فوق « شاشة الومضات »(Szintillations schirm) أو فى « غرف الضباب » ان ما نراه هو الظهور المفاجىء للومضات الضوئية فوق « الشاشة » أو المرور المفاجىء للاليكترون فى « غرفة الضباب » انك بالتأكيد لا تستطيع التغاضى عن هذه الاحـــداث القفـزية والتصرف كما لو أنها غير موجودة بالفعل » .

شرودنجر : « اذا استمر اصرارك على هذه القفزات الكمية اللعينـة ،

فاننى آسف للغاية أننى قد كرست حياتى فى الاهتمام بنظرية الكم هذه » .

بوهر : « ولكننا نشكر لك بلا حدود أنك قد فعلت هـــذا وذلك لأن « الميكانيكا الموجية » التى كونتها تمثل فى وضوحها وسهولتها الرياضية خطوة تقدمية رائعة بالمقارنة بالشكل الحالى « لميكانيكا الكم » .

هكذا استمرت المناقشات لساعات وساعات من النهار والليـــل دون الوصول الى اتفاق . وبعد بضعة أيام سقط شرودنجر مريضا نتيجة المجهود الضخم الذى بذله ولازم الفراش تحت تأثير الأنفلونزا ، وقامت بتمريضه زوجة بوهر ، فأحضرت له الشاى والتورته ولكن نيلز بوهر كان يجلس على حافة السرير وظل يردد « ولكنه يتحتم عليك أن تسلم بأن .. » .

لم يكن من الممكن الوصول الى تفاهم حقيقى فى هذا الوقت لأن كلا منهما لم يكن فى جعبته تفسير كامل ومحبوك « لميكانيكا الكم » . ومع ذلك فقد شـعرنا نحن الكوبنهاجيين فى نهاية الزيارة بالثقة فى سيرنا فوق الدرب السليم . غير أنه قد تجلى لنا فى نفس الوقت مدى صعوبة اقناع حتى الفيزيائيين العظام بأنه يتحتم علينـــا التغاضى عن الوصف « الحيزى الزمنى » للأحداث الذرية .

فى الأشهر التالية أصبح التفسير الفيزيائى لميكانيكا الكم يمثل الموضوع الأساسى للمحاورات بين بوهر وبينى . كنت أسكن آنذاك فى الدور العلوى لمبنى المعهد فى شقة جميلة الأثاث تطل على الأشـــجار الموجودة فى مدخل حديقة الفاليد (Falled Park) وكان بوهر يأتى فى كثير من الأحيان الى حجرتى حيث نناقش سويا كل احتمالات مـا يسمى « بالتجارب العقلية » (١) (Gedanken experimente) كى نرى مدى فهمنا الفعلى للنظرية . وقد تبين لنا من خلال هذه المناقشات أن كلا منا يبحث حل القضايا المتعلقة فى اتجاه مختلف عن الآخر . فكانت طموحات بوهر مركزة على المساواة بين التصـــورين الظاهرين ، أو « الصـــورة الجسيمية » و « الصورة الموجية » وأنه بينما هذان التصوران يلغى (٢)

---

(١) تجارب مثالية افتراضية معروفة النتائج لا يمكن اجراؤها فى المعمل والهـــدف منها هو اختبار النظريات الفيزيائية المختلفة .

(٢) يقال أن حدثين معينين يلغى كل منهما الآخر اذا كان حدث أحدهما يحتم عدم حدوث الآخر مثال ذلك الحياة والموت بالنسبة للكائنات الحية .

كل منهما الآخر فانهما سويا يسمحان بالوصف المتكامل للحدث الذرى. أما بالنسبة لى فقد كان هدا النوع من التفكير يعتبره غير مريح بالمرة • لقد أردت الانطلاق من مبدأ أن ميكانيكا الكم بشكلها المعروف فى هذا الوقت تعطى تفسيرا فيزيائيا واضحا للكميات التى تتضمنها مثل « القيم المتوسطة الزمانية للطاقات » ، « العزم الكهربى » ، « الدفع » و « القيم المتوسطة للاهتزاز » •• الخ ، وأنه ليس لدينا ـ تحت كل الاحتمالات ـ الحرية فى اعطاء التفسير الفيزيائى • أكثر من دلك فانه يجب علينا الوصول الى التفسير العام الصحيح من خلال الاستنباط المنطقى البحت المبنى على التفسير الخاص المتاح • وبهذا الصدد فقد كنت ايضا ـ بالتأكيد بدون حق ـ غير راض عن بحث قام به ماكس بورن فى جوتنجين حول علاج التصادمات الذرية باستخدام طريقة شرودنجر • وقد قام بورن فى هذا البحث بافتراض أن مربع الدالة الموجية لشرودنجر تعتبر مقياسا لاحتمالية وجود الاليكترون فى موضع معين • وبالرغم من أننى اعتبرت أن رأى بورن صحيح فقد ضايقنى أنه قد بدا كما لو أننا قد جاوزنا بعضا من حرية التفسير المتاحة • لقد كنت مقتنعا بأن رأى بورن ينتج قسرا من التفسير المعطى لكميات خاصة فى ميكانيكا الكم • وقد عضد هذا الاعتقاد بحثان رياضيان واضحان لديراك وجوردان • ولحسن الحظ فقد توصلنا ، بوهر وأنا، فى محاوراتنا المسائية فى معظم الأحيان الى نفس الاستنتاج بصدد تجربة فيزيائية معينة ، بحيث اننا تمنينا أن تؤدى تطلعاتنا المختلفة فى النهاية الى نفس النتائج الحسابية • بالطبع لم يستطع كل منا أن يفهم كيف أن ظاهرة بسيطة مثل « مسار الاليكترون » فى « غرفة الضباب » يمكن أن ينسجم مع التعبير الرياضى « للميكانيكا الموجية » أو « الكمية ». فى ميكانيكا الكم لم يظهر مصطلح « المسار » بالمرة وفى « الميكانيكا الموجية » تواجد « شعاع مادى » ضيق ، ولكن كان يتحتم على هذا الشعاع أن ينتشر تدريجيا فى « حيز » يكبر بكثير قطر أى اليكترون ، بينما ظهر الموقف فى التجارب العملية مختلفا تماما •

امتدت محاوراتنا حتى منتصف الليل فى كثير من الايام واستمرت لأشهر طويلة وبالرغم من ذلك فلم نتوصل الى نتيجة مرضية • كل هذا أدى بنا الى حالة من الاجهاد التام صاحبها أحيانا التوتر الشديد بسبب خلافاتنا • من أجل ذلك قرر بوهر فى فبراير ١٩٢٧ الذهاب فى رحلة للانزلاق على الجليد فى النرويج ، وأحسست بالسعادة لأننى سوف أتمكن أخيرا من التفكير وحيدا فى كوبنهاجين حول هذه القضايا الصعبة اليائسة •

ومن ثم فقد بدأت التركيز على السؤال حـــول كيفية « التمثيل الرياضى » لمسار الاليكترون فى غرفة الضـــباب فى ميكانيكا الكم • وعنـــدما واجهت فى الليلة الأولى مشكلة لا يمكن التغلب عليهـــا تطرق الشك الى فى تركيب السؤال • ولكن ترى ما هو الخطأ اذن ؟ ان مسار الاليكترون من غرفة الضباب يوجد بالفعل ، بل اننا نراه بالعين المجردة • أيضا فان النسق الرياضى لميكانيكا الكم قائم بالفعل وهو يبدو مقنعا للغاية ولا يتطلب ادخال تعديل عليه • واذن فان ايجاد حل هذه المشكلة لابد وأن يكون ممكنا بالرغم من كل التحديات •

ربما كان الليل قد اقترب من منتصـــفه فى ذلك اليوم الذى بدا الحل قريبا منى حين تذكرت فجأة محاورتى مع أينشتين وخصوصا قوله « ان النظرية هى التى تحدد ما نستطيع مشاهدته بالفعل » • لقد تجلى لى على الفور أنه يتحتم البحث عن مفتاح تلك البوابة المغلقة فى هـــذا الموضـــع • ولم يكن أمامى ســـوى القيام بجولة خلال « حديقة الفاليه » (Falled Park) مأخوذا بالتفكير العميق فى عواقب مقولة أينشتين هذه • لقد كنا دائما نقول ان مسار الاليكترون فى غرفة الضباب يمكن رؤيته • ولكن ربما كان ذلك الذى نراه أقل من ذلك ربما نستطيع فقط ادراك سلسلة محددة من الأماكن المعينة الغير دقيقة للاليكترون • ان ما نراه فعلا فى حجرة الضباب هو قطرات منفردة من الماء التى تكبر الاليكترون آلاف المرات • واذن فالسؤال الصحيح الذى يجب أن نطرحه هو : هـــل نستطيع من ميكانيكا الكم تمثيل موقف معين يحتل فيـــه الاليكترون موضعا معينا بطريقة تقريبية — أى ببعض من عدم الدقة — وفى نفس الوقت يملك فيه الالكترون سرعة معينة بطريقة تقريبية أيضا — أى ببعض من عـــدم الدقة (١) ؟ وهل نســـتطيع تصـــغير عـــدم الدقة هـــذا بحيث لا نقع فى صـــعوبات مع التجربة ذاتها ؟ لقد أثبتت عملية حسابية قصيرة قمت بها بعد عودتى الى المعهد أننا نستطيع تمثيل مثل هذه المواقف رياضيا وأن ثمة علاقة رياضية لعدم الدقة فى « الموضع » و « السرعـــة » عرفت بعد ذلك باســـم « علاقة اللاتحـــديدية » (Urbestimmtheitsrelution) فى ميكانيكا الكم • ومؤدى هذه العلاقة هو أن مضروب اللاتحديدية فى « الموضع » واللاتحديدية فى « كميـــات

---

(١) المقصود هنا هو هل يمكننا تمثيل موضع الاليكترون بطريقة تقريبية وسرعته المناظرة بطريقة تقريبية • وكلمة موقف هنا تشير الى عملية قياس الموضع والسرعة فى نفس اللحظة •

الحركة » — (كمية الحركة لجسيم ما هي حاصل ضرب كتلته في سرعته)
— لا يمكن ان يصغر « كم التأثير » . (Wirkungs quantum)
ليلانك ، وبناء على ذلك فقد بدا لى أن العلاقة بين المشاهدات فى غرفة الضباب والرياضيات الخاصة بميكانيكا الكم قد تكونت أخيرا ولم يعد المطلوب سوى اثبات أنه فى أى تجربة عملية تتكون فقط المواقف التى تحقق علاقة اللاتحديدية . ولكن ذلك بدا لى منطقيا منذ البدء وذلك لأن الأحداث فى كل تجربة — أثناء المشاهدة — لابد وأن تحقق بذاتها قوانين ميكانيكا الكم ، وبالتالى فانه بافتراض هذه القوانين هنا فانه لن تتكون لدى التجارب مواقف لا تتفق مع ميكانيكا الكم بناء على المبدأ : « ان النظرية هى التى تحدد ما نستطيع مشاهدته بالفعل » . بعد انتهائى من هذه المشكلة أخذت فى نيتى اثبات المطلب السابق عن طريق اجراء حسابات مفصلة لتجارب بسيطة في الأيام التالية .

هنا أيضا تذكرت محاورة كنت قد أجريتها مع صديق للدراسة فى جوتنجين يدعى « بوركهارد درودى » (Burkhard Drude) . عندما تناولنا الصعوبات المصاحبة لتصور المسارات الاليكترونية فى الذرة أثار بوركهارد الاحتمال المبدئى لبناء ميكروسكوب ذى « قدرة تحليل » كبيرة للغاية بحيث نستطيع به رؤية مسار الاليكترون مباشرة . مثل هذا الميكروسكوب لا يمكن أن يعمل بالضوء العادى ولكن ربما بواسطة أشعة جاما . وقد بدا لنا أنه من ناحية المبدأ ربما يكون ممكنا باستخدام مثل هذا الجهاز تصوير مسارات الاليكترون فى الذرة فوتوغرافيا . لقد توجب على اذن اثبات أنه حتى فى مثل هذا الميكروسكوب فانه من غير المسموح به تعدى الحدود المعطاة خلال العلاقة اللاتحديدية . لقد نجحت فى الوصول الى هذا الاثبات وبالتالى فقد زادت ثقتى فى صحة التفسير الجديد . بعد عدة حسابات من هذا النوع أجملت كل نتائجى فى خطاب طويل الى فولفجانج باولى فى هامبورج الذى أجابنى على الفور برد مشجع للغاية .

بعد عودة بوهر من رحلة التزحلق على الجليد بدأت المناقشات مرة أخرى حول ما توصل كل منا اليه خلال هذه الفترة وقد حاولنا جعل مبدأ الازدواجية بين الصورة الموجية والصورة الجسيمية للالكترون الأساس الموضوعى لتفسيراتنا . لقد كان المنطلق الأساس فى تفكير بوهر يدور حول « مبدأ التكميلية » (Komplementaritat) الذى يصف موقفا نكون فيه قادرين على ادراك حدث معين بطريقتى وصف مختلفتين . هاتان الطريقتان للوصف تلغى كل منهما الأخرى ومع ذلك فأى منهما تكمل الثانية ، وفقط من وجود الطريقتين المتضادتين للوصف كل بجوار الأخرى

يصبح « الهيكل الظاهرى » « للظاهرة التكرارية » مستنفذا تماما ٠ لقد أبدى بوهر فى أول الأمر بعض التحفظات ازاء علاقة اللاتحديدية التى اعتبرها حالة خاصة جدا للموقف العام لمبدأ التكميلية ، ولكننا عرفنا بعد ذلك ، بمساعدة الفيزيائى السويدى « أوسكار كلاين » (Oskar Klein) - الذى كان يعمل فى ذلك الحين أيضا فى كوبنهاجن - أنه لا يوجد اختلاف بالمرة بين التفسيرين وأنه من المهم الآن تمثيل الموضوع بحيث يصبح مفهوما للرأى العام الفيزيائى ٠ ٠

جاءت المناظرة مع الرأى العام الفيزيائى فى خريف عام ١٩٢٧ فى تجمعين مختلفين الأول هو المؤتمر الفيزيائى فى « كومو » (Como) الذى ألقى فيه بوهر محاضرة ملخصة عن الموقف الجديد والثانى هو ما يسمى « بمؤتمر - سولفاى » (Solvay — Kongress) فى بروكسيل الذى دعيت اليه - وفقا لتقاليد هيئة - سولفاى (Solvay-Stiftung) - مجموعة صغيرة من المتخصصين لمناقشة قضايا نظرية الكم بالتفصيل ٠ لقد أقمنا جميعا فى فندق واحد ولم تثر المناقشات الجادة فى صالات المؤتمر فحسب بل وفى أثناء تناولنا لوجباتنا الغذائية ٠ وكان العبء الأساسى فى الصراع حول تفسير نظرية الكم واقعا على بوهر وأينشتين الذى لم يكن مستعدا لقبول « الصفة الاحصائية » لنظرية الكم الجديدة ٠ وبالطبع لم يكن أينشتين معترضا على عقد مقولات احتمالية حيثما تكون معرفة كل الأدوات اللازمة لتحديد « نظام » معين غير ميسرة ، فقد استندت على مثل هذه المقولات كل من الميكانيكا الاحصائية (Statistische Mechanik) وعلم الحرارة (Warmelehre) ولكن أينشتين لم يرد التسليم بأنه من غير الممكن مبدئيا معرفة كل الجوانب الضرورية للتحديد الكامل لحدث ما : « ان الاله الحبيب لا يضرب بالنرد » (Der liebe Gott wurfelt nicht) لقد وردت هذه العبارة مرات كثيرة أثناء المناقشة معه ٠ ومن هنا لم يكن ممكنا لأينشتين التلاؤم مع علاقة اللاتحديدية وحاول من ناحيته التفكير فى تجارب تؤدى الى اسقاط هذه العلاقة ٠ كانت المناقشات تبدأ غالبا فى الصباح الباكر بأن يشرح لنا أينشتين أثناء طعام الافطار تجربة عقلية جديدة تتناقض حسب رأيه مع علاقة اللاتحديدية ٠ وبالطبع سرعان ما نبدأ بالتحليل وفى الطريق الى قاعة المؤتمر - الذى كنت غالبا ما أصاحب فيه بوهر وأينشتين - نكون قد توصلنا الى أول تفنيد لموضوع التجربة المقترحة ٠ كانت تدور أثناء النهار الأحاديث عن ذلك وفى المساء أثناء العشاء يكون غالبا قد حان الوقت لأن يثبت نيلز بوهر أن التجربة العقلية لاينشتين لا يمكن أن تؤدى الى اسقاط علاقة اللاتحديدية ٠ بعد هذا التفنيد الكامل كان

اينشتين يبدو هادئا تماما ولكن سرعان ما يأتى الصباح التالى كى يحكى لنا عن تجربة عقلية جديدة أكثر تعقيدا من سابقتها ثم يصر على أنها تبين فعلا عدم صلاحية علاقة اللاتحديدية • وبالطبع كانت هذه المحاولة تسقط فى المساء مثل سابقتها من اليوم الماضى • بعد أن استمرت هذه اللعبة عدة أيام قال صديق أينشتين « باول ايرينفيست (١) » (Paul Ehrenfest) ـ الذى كان يعمل آنذاك فى « لايدين » (Leyden) بهولندا ـ « أينشتين ، اننى أشعر بالخجل لك وذلك لأنك تحاول تقديم الحجج ضد « نظرية الكم الجديدة » تماما كما فعل المناهضون لك ضد النظرية النسبية » •

ولكن هذا التحذير الطيب لم يقنع أينشتين • ومرة أخرى بدا لى واضحا كيف أنه من الصعب للغاية الكف عن التصورات ، التى كانت بالنسبة لنا أساسا للتفكير وللعمل العلمى • لقد كرس أينشتين حياته العلمية من أجل البحث فى « العالم الموضوعى » للظواهر الطبيعية ، التى تتم فى الخارج فى « الحيز » و « الزمـــان » ، مستقلة عنا ، وفقا لقوانين ثابتة • ان الرموز الرياضية للفيزياء النظرية يجب أن تصور هذا « العالم الموضوعى » وبذلك يمكنها التنبؤ عن تصرفه فى المستقبل • والآن فان أنصـــار نظرية الكم الذرية يزعمون أنه عندما نهبط بأنفسنا عند حدود الذرة • فان مثل هذا العالم الموضوعى فى « الحيز » و « الزمان » لا يصبح موجودا وأن الرموز الرياضية للفيزياء النظرية تصور عندئذ ما هو محتمل فقط وليس ما هو واقع بالفعل • ومن ثم لم يكن أينشتين مستعدا ـ كما تطرق الشعور اليه ـ بأن تسحب الأرض من تحت قدميه بطريقة بسيطة هكذا • وحتى بعد ذلك ، عندما صارت نظرية الكم جزءا ثابتا من الفيزياء المعاصرة ، لم يستطع أينشتين أن يغير موقفه • لقد أراد اعتبار نظرية الكم حـــلا مؤقتا وليس نهائيا لتفسير الظواهر الذرية • « ان الاله لا يضرب بالنرد » لقد كانت هذه العبارة مبدأ أساسيا ثابتا لأينشتين لا يتزعزع ولم يترك أينشتين الفرصة لأحد كى يزحزحه عن هذا المبدأ • وربما استطاع بوهر بكل محاولاته فقط أن يرد على هذا المبدأ قائلا : « ولكن من البديهى أنه ليس من واجبنا أن نأمر الاله كيف يجب عليه أن يحكم العالم •

(Aber es Kann doch richt unsere Aufgabe sein, Gott Vorzuschreiben, Wie er die Welt regieren Soll)

---

(١) فيزيائى نمساوى (١٨٨٠/١/١٨ ـ ١٩٣٣/٩/٢٥) •

٧ ـ المحاورة الأولى حول العلاقة بين العلم والدين

(١٩٢٧)

في احدى الأمسيات التى قضيناها سويا بمناسبة مؤتمر سولفاى في الفندق في بروكسل اجتمع بعض أعضاء المؤتمر من الشباب في القاعة ومن بينهم فولفجانج باولى وأنا • وبعد ذلك بقليل انضم الينا بول ديراك ثم أثار أحدنا السؤال التالى :

مجهول : « ان أينشتين يتحدث كثيرا عن الاله الحبيب ، ترى ما الذى يعنيه بذلك ؟ ان أحدا منا لا يستطيع أن يتصور أن عالما كأينشتين لديه رابطة قوية بأى من التقاليد الدينية » •

مجهول آخر : « بالقطع ليس أينشتين ، ولكن ربما ماكس بلانك • ان هناك بعض المقولات ترجع الى بلانك عن العلاقة بين الدين والعلم اعتنق فيها الرأى القائل أنه لا يوجد هناك تناقض بين الاثنين وأن الدين والعلم يمكنهما بالقطع الالتقاء سويا » •

وهنا سألنى أحد الحاضرين عما أعرفه عن رأى بلانك في هذا المجال وعما أفكر فيه شخصيا بهذا الصدد • وبالرغم من أننى كنت قد تحدثت كثيرا مع بلانك فقد دار حديثنا دائما حول الفيزياء فقط ولم نتناول القضايا العامة • بيد أننى كنت أعرف أصدقاء مختلفين لبلانك الذين

حدثونى مرات عديدة عنه ، بحيث اعتقدت فى قدرتى على اعطاء صورة لآرائه .

هيزنبرج : « اننى أخمن أن السبب فى أن الدين والعلم متفقان عند بلانك يرجع أنهما - كما يفترض هو - ينتميان الى مجالين مختلفين جدا من الحقيقة . ان العلم يهتم بالناحية المادية الموضوعية للعالم . انه يضعنا أمام واجبنا وهو عمل مقولات صحيحة حول هذه الحقيقة - الموضوعية وفهم علاقاتها المختلفة . ولكن الدين يهتم بعالم القيم . هنا يدور الحديث حول ما يجب أن يكون وعما يجب فعله ، وليس عما هو كائن بالفعل . ان القضية فى العلم تتركز فى « الصواب » و « الخطأ » ، بينما القضية الكبرى فى الدين تتعلق « بالخير » و « الشر » أو « ما هو ملىء بالقيمة » و « ما هو عديم القيمة » ان العلم هو أساس « التصرف المصلحى والتكنولوجى » بينما الدين هو أساس الأخلاق . واذن فيبدو أن النزاع بين هذين المجالين منذ القرن الثامن عشر يستند على سوء الفهم فقط الذى ينشأ عندما يفسر الانسان الصور والتشبيهات الدينية كمضامين علمية وهذا يعتبر بالطبع هراء . فى هذا الرأى - الذى تعلمناه أيضا فى منازلنا - يتم الفصل بين هذين المجالين بحيث نعتبر أحدهما منتميا الى « الناحية الموضوعية » للكون والآخر الى « الناحية الذاتية » له . ان العلم هو الطريقة التى نقف بها تجاه الناحية الموضوعية للعالم والطريقة التى نتناول ونفهم بها هذا الكون . أما الاعتقاد الدينى فهو يمثل - على العكس من ذلك - التعبير عن قرار ذاتى نضع به القيم التى نقيس عليها تصرفنا فى هذا العالم . اننا نأخذ هذا القرار فى العادة بالاتفاق مع الجماعة التى ننتمى اليها ، سواء أكانت العائلة أم الشعب ، أم الدائرة الثقافية . ان قرارنا يكون متأثرا بكل حدة بتربيتنا وبالبيئة المحيطة بنا . ولكنه على أى حال قرار ذاتى ومن ثم فهو لا يخضع لمقاييس « الصواب » و « الخطأ » . لقد استخدم ماكس بلانك - ان كنت قد فهمته حقا - هذه الحرية وقرر بوضوح الانتماء الى التقاليد المسيحية . ان تفكيره وتصرفه ، خصوصا فى العلاقات الانسانية ، ينبعان دون تحفظ من ميدان هذه التقاليد ، ولا يستطيع أحد أن يكف عن احترامه له لذلك . وهكذا يبدو لبلانك أن المجالين المتعلقين « بالناحية الموضوعية » و « الناحية الذاتية » للكون ، منفصلان تماما ، ولكننى أعترف أن هذا الفصل

لا يريحني . انني أشك في أن البشرية تستطيع بمرور الوقت الحياة بهذا الفصل الحاد بين العلم والدين » .

فولفجانج : « لا ان هذا لا يمكن أن يستمر طويلا . ففي الوقت الذي نشأت فيه الأديان كانت المعرفة ــ الميسرة لدى الجماعة ــ ملائمة بالطبع للشكل الروحي الذي كان مضمونه الأهم هو القيم والأفكار الملازمة لهذ الدين . لقد كان لابد على هذا الشكل الروحي ــ أن يكون مفهوما بأي شكل لدى أبسط انسان في الجماعة ، حتى ولو كانت الصور والتشبيهات تعطيه شعورا غير محدد لما تعنيه القيم والافكار في الواقع ، وقد كان هذا بالطبع هو المطلب الأساس في كل دين جديد . كان لابد وأن يقتنع الانسان البسيط بأن الشكل الروحي كافيا لكل المعرفة التي تقع في حوزة الجماعة ، اذا كان عليه أن يوجه كل القرارات في حياته الخاصة وفقا لقيمها الخاصة . وذلك لأن الاعتقاد لا يعني بالنسبة له « اعتبار موقف ما صوابا (Fur-richtig-Halten) » ولكنه يعني « الثقة في القيادة من خلال هذه القيم (Sich der Fahrung durih diese Werte anvertrauen) ومن هنا ينشأ الخطر الكبير عندما تهدد المعرفة الجديدة ، التي أحرزت على مر التاريخ ، بانفجار الشكل الروحي القديم ، ان الفصل الكامل بين المعرفة والاعتقاد يعتبر اذن مساعدة ضرورية لوقت قصير للغاية . ففي دائرة الثقافة الغربية مثلا قد تأتي اللحظة في المستقبل الغير بعيد التي عندها تفقد فيها الصور والتشبيهات للدين الحالي ، المنتشر في هذه الدائرة ، قوة اقناعها حتى بالنسبة للعامة . عندئذ ــ وهذا ما أخشاه ــ ستنهدم الأخلاق الحالية في وقت قصير وسوف تحدث أشياء فرعية لا أستطيع تصورها الآن . وإذن فانني لست مقتنعا بفلسفة بلانك حتى بالرغم من أنها منتظمة منطقيا وحتى بالرغم من احترامي للمواقف الانسانية التي تنبع منها . ان رأى أينشتين يعتبر أكثر ملاءمة لي . ان الاله الحبيب ، الذي يغتبط لترديد الحديث عنه ، له علاقة بالقوانين الطبيعية التي لا تتغير . ان لدى أينشتين الشعور « بالنظام المركزي » للأشياء . انه يحس بهذا النظام في بساطة القوانين الطبيعية ويمكننا القول بأنه قد عايش مباشرة هذه البساطة أثناء اكتشافه للنظرية النسبية . وبالطبع فان الطريق طويل من هذه النقطة وحتى مضامين الدين . ان أينشتين لا يرتبط بتقاليد دينية معينة ، بل انني أعتقد أن تصور « اله مشخص » (personlicher Gott) يعتبر غريبا بالنسبة له . بيد أنه لا يوجد

عند أينشتين انفصال بين الدين والعلم · انه يعتقد أن « النظام المركزى » (Die zentraie Ordnuag ينتمى بنفس القدر الى « المجال الذاتى » و « المجال الموضـــوعى » للأشياء ، وهذا يعتبر بالنسبة لى منطلقا أفضل » ·

هيزنبرج : « منطلقـا الى ماذا ؟ اذا اعتبرنا أن الموقف تجـاه « العلاقة الكبرى » (der gross Zusammenhang) مســـألة خاصــــة Privatsache فاننــا سنصــل بذلك الى تفهم كامل لموقف أينشتين ، ولكن لن ينبعث من هذا الموقف عندئذ أى شيء » ·

فولفجانج : « ربما بلى ! ان التقدم العلمى فى القرنين السابقين قد غير بالتأكيد تفكير البشر تماما ، حتى فيما وراء دائرة الثقافة المسيحية . ومن هنـــا فان ما يفكر فيه الفيزيائيون يعتبر شـــيئا هاما · ولقد كان التصور المثالى الضيق « لكون موضوعى » فى « الحيز » و « الزمان » يتحرك وفقا « لقانون العلة » هو الذى أدى الى النزاع مع الشكل الروحى للأديان المختلفة · فاذا حطمت العلوم الطبيعية هذا الاطار الضيق ــ وقد تم ذلك فعلا فى النظرية النسبية ولعل أكثر منه سيحدث عن طريق نظرية الكم التى نناقشها بطريقة حادة الآن ــ فان العلاقة بين العلوم الطبيعية والمضمون الذى تريد بثه الأديان فى أشكالها الروحية سوف تأخذ شكلا جديدا · ولعلنا نكون قد كسبنا ســـعة كبيرة فى الأفق من خلال العلاقات التى عرفناها من العلوم الطبيعية فى هذا الشأن خلال الثلاثين سنة الأخيرة ·

فمبدأ التكميلية مثلا الذى يعطيه نيلز بوهر الآن أهمية كبرى فى تفسير نظرية الكم ، لم يكن بأى حال غير معروف فى العلوم الأدبية مثل الفلسفة ، حتى ولو أنه لم يذكر حرفيا هكذا · ان ظهور هذا المبدأ فى العلم أيضا يدل على تغيير جذرى ، وذلك لأننـا نستطيع من خلاله فقط فهم أن تصور موضوع مادى ــ وهو ما يعتبر بناء على نوعية مشاهدته مستقلا عنا تماما ــ يمثل فقط استكمالا مجردا لا يناظره شيء فعلى · وفى الفلسفة الآسيوية والأديان المنتشرة هناك (١) يوجد التصور التكميلى للتصور السابق ، أى التصور المبنى على الذاتية البحتة لما هو مدرك ، والذى لم يعد يناظره موضوع معين · وأيضا فاننا نستطيع اثبات أن هذا التصور يعتبر استكمالا مجردا لا يناظر تمـاما أى واقعية روحية أو عقلية · واذن فاننـا

---

(١) مثل البوذية ·

سنجبر في المستقبل عندما نفكر في « العلاقات الكبرى » على الالتزام بالوسط المشار اليه مثلا خلال مبدأ التكميلية لبوهر ٠ ان أي علم يستند على هذه الطريقة من التفكير لن يكون متسامحا فقط تجاه الأشكال المختلفة للأديان ولكن ربما يساهم في اضافة الكثير لعالم القيم ، وذلك لأن نظرته للأشياء تكون آكثر شمولا » ٠

أثناء ذلك جلس الى جوارنا «بول ديراك» (١) الذى لم يكن قد تجاوز آنذاك الخامس والعشرين من عمره والذى أبدى على التو امتعاضه لمبدأ التسامح هذا واندفع قائلا :

ديراك : « انني لا أعرف لماذا نتحدث هنا عن الدين ٠ اذا كنا صادقين مع أنفسنا ، وهذا ما يجب أن يكون عليه كل منا كمشتغل بالعلم ، فان علينا الاعتراف بأن الأديان مليئة بالمزاعم الخاطئة التى لا توجد لها مبررات فى عالم الواقع ٠ فاذا نظرنا — قبل كل شيء — الى المصطلح « اله Gott » فانه بالقطع يعتبر من نتاج « الخيال الانساني Phantasie » اننا يمكننا أن نفهم أن شعوبا بدائية ، كتلك التى أرهبتها سيادة القوى الطبيعية أكثر منا الآن ، قد شخصت — لخوفها الشديد — هذه القوى وعليه فقد توصلت الى مبدأ « الألوهية (Gottheit) » ولكن فى عالمنا الحالى الذى يمكننا فيه النظر الى العلاقات الطبيعية، لم تعد مثل هذه التصورات ضرورية بعد ٠٠ انني لا أستطيع ادراك أن افتراض وجود « اله قادر على كل شيء (allmactigen Gott) » سوف يساعدنا فى أى شيء ٠ ولكنني من ناحية أخرى أرى أن هذا الافتراض يؤدى الى اثارة قضايا عديمة المغزى ، مثل السؤال لماذا يسمح الاله بالبؤس والظلم فى هذا العالم وباضطهاد الأغنياء للفقراء وبكل المآسى الأخرى ، بالرغم من قدرته على القضاء على كل هذا ٠ اذا كان الدين ما زال يعلم فى عصرنا الحالى ، فان ذلك لا يرجع الى أن هذه التصورات ما زالت تقنعنا ولكن لأن الأمل يكمن خلف ذلك فى ارضاء الشعوب أو الناس البسطاء ٠ ان حكم الناس الهادئين يعتبر أسهل من حكم الغير هادئين والغير راضين ٠ ان ذلك يسهل أيضا عملية استغلالهم واستهلاكهم ٠ ان الدين هو نوع من الأفيون الذى يعطى للشعوب لغوايتها بالأحلام السعيدة وتعزيتها فى الظلم الواقع عليها ٠ ومن هنا تنشأ ببساطة الرابطة بين القوتين السياسيتين الكبريين ، الدولة والكنيسة ٠ كلاهما يحتاج

(١) Paul Dirac فيزيائي انجليزى (١٩٠٢/٨/٨ — ١٩٨٤/١٠/٢٠) ٠

الى الخيال القائل أن هناك الها محسنا — ان لم يكون فوق الأرض ففي السماء ، الذى يثنى على الذين لا يتمردون ضد الظلم والذين يؤدون التزاماتهم بصبر وهدوء • وبالطبع فان قول الصدق ، ان هذا الاله هو فقط من نتاج الخيال الانسانى ، قد صار مكافئا لأرذل خطايا الموت » •

هيزنبرج : « انك بهذا تحكم على الدين من ناحية الاستغلال السيء له سياسيا • ولأننا نستطيع استغلال كل شيء في هذا العالم بطريقة سيئه — وبالتأكيد أيضا تلك الأيديولوجية الماركسية التى تحدثت عنها الآن — فاننا لن نكتفى بمثل هذا الحكم على الموضوع • وفى النهاية لابد وأن توجد جماعات بشرية ، ويتحتم أيضا على مثل هذه الجماعات ايجاد لغة مشتركة تمكنها من الحديث عن الموت والحياة وعن العلاقة الكبرى التى تدور تحت تأثيرها حياة الجماعة • ان الأشكال الروحية ، التى تطورت في تاريخ البحث عن لغة مشتركة للجماعة ، لا بد وأنها تملك قوة اقناع كبرى ، ما دام كثيرون من البشر قد وطدوا حياتهم لمئات السنين فى اتجاه هذه الأشكال الروحية • ان الدين لا ينهدم بهذه البساطة التى ذكرتها الآن • والكن ربما يملك دينا آخر ، مثل الدين الصينى القديم ، بالنسبة لك قوة اقناع أكبر من الدين الذى يظهر فيه تصور « الاله المشخص » •

ديراك : « اننى لا أتفق مبدئيا مع الخرافات الدينية ، وذلك لأن خرافات الأديان المختلفة تتناقض سويا • وانه بالطبع لمن محض الصدفة أننى قد ولدت هنا في أوربا وليس فى آسيا ، وبالقطع لا يمكن أن يعتمد ما هو حق على مكان ولادتى ، وبالتالى على ما يجب أن أعتقده • اننى لا أستطيع أن أعتقد فقط في ما هو حق • أما بالنسبة لكيفية تصرفى فاننى أستنتجها بالعقل وفقا للموقف المعين انى أعيش فى جماعة بشرية مع آخرين ، الذين أقر لهم أساسا نفس الحقوق فى الحياة التى أقرها لنفسى • واذن فانه يتحتم على أن أعنى بالتوازن العادل بين المصالح المختلفة ، وكل ما عدا ذلك يعتبر غير ضرورى • كذلك فان الحديث عن المشيئة الالهية (Gotts Wille) ، الخطيئة ، التوبة ، وعن كل هذه الناحية من العالم ، التى يتحتم علينا توجيه تصرفاتنا وفقا لها تخدم فقط التستر على الحقيقة الفظة الحالية • ان الاعتقاد في وجود اله يعضد التصور أن الانحناء أمام بطش ماهو أعلى يعتبر « مشيئة الهية » وبالتالى فان التركيبات الاجتماعية التى كانت

فى الماضى أمرا طبيعيا والتى لا تتلاءم مع عالمنا الحديث يجب ان تظل خالدة • حتى الحديث عن العلاقة الكبرى وما شـــابه ذلك يعتبر شيئا كريها بالنسبة لى •

ان ما يحدث فى الحياة هو تماما ما يحدث فى العلم • اننا نقف فى كلتا الحالتين امام معضلات ويجب علينا محاولة حلهـا • واننـا دائما لا نستطيع حل أكثر من معضـــلة واحدة فقط أثناء كل محاولة • واذن فالحديث عن العلاقة الكبرى ما هو الا تفرع فكرى اضافى » •

هكذا دارت المناقشة لوقت طويل وقد تعجبنا أن فولفجانج لم يعد يشاركنا الحديث • لقد كان يستمع أحيانا بوجه مكتئب وأحيانا مبتسما ساخرا ، ولكنه لم يفه بشىء • اخيرا فقد سأله أحدنا عما يفكر ، فنظر متعجبا ثم قال :

فولفجانج : « نعم ، نعم • ان صديقنا ديراك له دين عنوانه هو : أنه لا يوجد اله لهذا الكون ، وديراك هو نبيه » •

عندئذ أطلق كل منا ضحكة عالية ــ ومعنا ديراك ــ انتهت معها محاورتنا المسائية فى قاعة الفندق •

بعد أيام قليلة ، ربما كان ذلك فى كوبنهاجن ، حدثت نيلز بوهر حول محاورتنا هذه • بيد أن نيلز بوهر أسرع بالدفاع عن العضـــو الجديد فى جماعتنا (ديراك) •

بوهر : « انه لرائع حقا ، كيف أن باول ديراك يقف دون مقايضة وراء ما يمكن التعبير عنه بلغة واضحة ومنطقية • ان ما يمكن التعبير عنه قطعيا ــ هكذا يعنى ديراك ــ يمكن الحديث عنه بوضوح أيضا وما لا يمكن التعبير عنـــه ــ هكذا تراءى « لفيتجينشتاين(١) » (Wittgenstein) ــ لا يجب ذكره بالمرة • عندما يضع ديراك بحثا جديدا أمامى فان النص يكون واضحا للغاية وبلا تصحيحات ــ مع أنه مكتوب باليد ــ لدرجة أن النظر اليه يعتبر لذة خاصة ، وعندما اقترح عليه ــ مع ذلك ــ تغيير هذا أو ذاك التعبير ، ينتابه الحزن على الفور ، وفى معظم الأحيان لا يقوم بتغيير أى شىء • وذلك لأن البحث يكون ــ على كل حال ــ ممتازا للغاية •

---

(١) Ludwig Josef Wittgenstein فيلسوف نمساوى (١٨٨٩/٤/٢٦ ــ ١٩٥١/٤/٢٩)

منذ أيام كنت مع ديراك فى معرض للتصوير علقت فيه لوحة للفنان الايطالى مانى (١) (Manet) تعبر عن منظر على البحـر غلب عليـه اللون الأزرق الرمادى الرائع • فى المقدمة كانت توجد مركب والى جواره ظهرت فى الماء نقطة رمادية قاتمة لا يمكن بسهولة فهم سبب وجودها • وهنا نظر ديراك الى اللوحة ثم انطلق قائلا • « ان هذه النقطة غير مسموح بها فى هـذا الموضع » ان هـذه بالطبع تعتبر طريقة غريبة للنظر الى الأعمال الفنية ، ولكنى أعتقد أنه محق فى هذا • ان العمل الفنى الجيد يجب ـ كما هو الحال فى العمل العلمى الجيد ـ أن تكون كل تفاصيله واضحة تماما حتى لا يكون هناك مجال للصدفة • وبالرغم من ذلك ، فاننا لا نستطيع الحديث عن الدين بهذه الطريقة • اننى أتفق مع ديراك فى أن تصور « اله مشخص » يعتبر غريبا بالنسبة لى أيضا ، ولكن يجب أن يكون واضحا لنا أن اللغة فى الدين تستخدم بطريقة مختلفة تماما عنها فى العلم • ان اللغة المستخدمة فى الدين تعد أقرب للغة الشعر منها للغة العلم •

اننا نميل الى التفكير أن العالم يدور حول معلومات عن أشياء موضوعية بينما الشعر مثلا يدور حول ايقاظ الأحاسيس الذاتية • وبما أن الدين يعنى بحقيقة موضوعية ، فانه لابد وأن يخضـع لمقاييس الحقيقة فى العلم • ولكن يبدو لى أن تقسيم الكون الى « ناحية موضوعية » و « ناحية ذاتية » يعد هنا نوعا كبيرا من القهر • فاذا كان الحديث فى كل الأديان يتم عن طريق صـور وتشبيهات ومتناقضات ، فان ذلك لا يعنى الا أنه لا توجد طريقة أخرى للتعرف على الواقع المعنى به هناك ، ولكن ذلك لا يعنى أنه ليس واقعـا بالفعل • اننا بتقسيمنا لهـذا الواقع الى ناحية موضوعية وناحية ذاتية لن نستطيع الوصول الى شىء •

ومن هنا فاننى أجد أنه يعد تحريرا لفكرنا أننا قد تعلمنا من تطور الفيزياء فى السنوات الأخيرة كيف أن مصطلحى « موضـوعى » و « ذاتى » يمثلان مشكلة معقدة للغاية • لقد بدأ هذا بالفعل مع النظرية النسبية ، لقد كنا نعتبر قبلها مقولة أن حدثين يقعان فى نفس اللحظة ـ (متلازمين زمنيا) ـ تعتبر تحقيقا موضوعيا يمكن ابلاغه بلغة واضـحة للآخرين وعليه فان الاستدلال عليه بواسطة المشاهدة كان ممكنا • واليوم نعرف أن مصطلح « التلازم

(١) Edouard Manet رسام فرنسى (١٨٣٢/١/٢٣ ـ ١٨٨٣/٤/٣٠) •

الزمنى » يتضمن عنصرا ذاتيا ، وذلك لأن الحدثين الذين يعتبران متلازمين زمنيا لمشاهد ساكن ليس من الضرورى أن يكونا كذلك بالنسبة لمشاهد متحرك • ان الوصف النسبى يعتبر اذن موضوعيا طالما أن كل مشاهد يستطيع حساب ما يمكن أن يدركه مشاهد آخر أو ما أدركه بالفعل • ومهما يكن فاننا ابتعدنا بذلك قليلا عن مثالية الوصف الموضوعى المعروفة عن الفيزياء الكلاسيكية • وقد تمت فى نظرية الكم عملية الابتعاد هذه بطريقة جذرية أكثر • ان ما يمكننا نقله هنا بلغة موضوعية ــ وفقا للفيزياء الكلاسيكية ــ قد اقتصر على المقولات الخاصة بما هو حقيقى • مثـــلا : هنا اسودت ورقة الفيلم الحساسة ، أو هنا تكونت قطرات بخارية • بيد أننا لا نتحدث عن الذرات أثناء ذلك • ولكن ما يمكن استنتاجه من هذا الموقف بالنسبة للمستقبل يتوقف على قضـــــايا التجربة العملية التى يتحكم فيها المشاهد • وبالطبع فان هنا أيضا يتساوى ما اذا كان المشاهد انسانا أو حيوانا أو جهازا ما • ولكن التنبؤ حول الحدث المستقبلى لا يمكن أن يقال بدون الاشارة الى المشاهد أو أداة المشـــاهدة • وعليه فان كل قضية فى الفيزياء المعـاصرة تحتوى على نفثات « موضوعية » وأخرى « ذاتية » • لقد كان عالم العلوم الطبيعية الموضوعى فى القرن السابق ــ كما نعرف نحن الآن ــ يعبر عن مفهـوم متاخم (Grenzbegriff) مثالى وليس عن الواقع ذاته • وسوف يظل أيضا فى المستقبل من الضرورى لدى أى مناقشة للواقع التفرقة بين « الناحية الموضـــوعية » و « الناحية الذاتية » وعمل خط فاصل بينهما • ولكن موضع هذا الخط يمكن أن يعتمد على طريقة المشاهدة ويمكن اختياره عشوائيا لدرجة معينة • ومن هنا يبدو لى مفهوما أنه من غير الممكن الحديث عن مضمون الدين بلغة موضوعية • ان حقيقة أن الأديان المختلفة تبحث فى تكوين هذا المضمون بأشكال روحية مختلفة تماما ، لا يعنى وجود اعتراض ضد اللب الحقيقى للدين • ربما يجب علينا ادراك هذه الأشكال المختلفة كطرق وصف تكميلية تؤدى ــ بالرغم من أن وقوع احداها يلغى وقوع الآخر ــ فى كليتها الى انطباع حول الثراء الذى ينطلق من العلاقة بين الانسان و « العلاقة الكبرى » •

هيزنبرج : « اذا كنت تفرق هكذا بين لغة الدين ولغة العلم ولغة الفن ، فما الذى تعنيه اذن الجملة التى تقـال بلغة منطقيـة « ان ثمـة الها حيـــا » (Es gibt einen Lebenchgen Gott) أو « ان ثمة روحا لاتموت » «Esgibt unsterbliche Seele»؟ وما الذى يعنيه التعبير

« ان ثمة » فى هذا الجمل ؟ اننا نعرف أن النقد العلمى – بما فى ذلك نقد ديراك – ينصب على مثل هذه التعبيرات · هل يمكنك أن تسمح بالمقارنة الآتية ، وذلك فقط لاعتبار ناحية المشكلة المتعلقة بنظرية المعرفة : اننا نحسب فى الرياضيات كما هو معروف باستخدام الوحدة التخيلية ، أى بالجذر التربيعى لناقص واحد وهو ما نكتبه $\sqrt{-1}$ ونرمز اليه بالرمز ت ، كما أننا نعرف أن هذا العدد ت لا يوجد ضمن الاعداد الطبيعية · وبالرغم من ذلك فان فروعا كثيرة من الرياضيات ، مثل نظرية الدالة التحليلية ، تعتمد على ادخال هذه الوحدة التخيلية أو بمعنى آخر على أن $\sqrt{-1}$ يوجد بالفعل · هل تتفق معى عندما أقول هنا ان التعبير « ان ثمة $\sqrt{-1}$ » لا يعنى سوى « ان ثمة علاقات رياضية مهمة يمكن تمثيلها بطريقة أسهل من خلال ادخال المصطلح $\sqrt{-1}$ » وان العلاقات قائمة حتى بدون هذا الادخال. ومن هنا فاننا نستطيع استخدام هذا النوع من الرياضيات أيضا بطريقة حسنة فى العلوم الطبيعية والتكنولوجيا · ان ما يمكن أن يقطع به فى نظرية الدالة مثلا هو وجود « مطابقات قانونية » (Gesetzmassig keiten) عامة تستند على أزواج من المتغيرات التى تتغير باستمرار (Kontinu irliche ver anderlich Variablen) وهذه العلاقات تصبح سهلة الفهم عندما تدخل المصطلح المجرد $\sqrt{-1}$ بالرغم من أن الحاجة لهذا المصطلح ليست أساسا ضروريا للفهم وبالرغم من أنه لا يوجد ضمن الاعداد الطبيعية · ودعنى أذكرك أن مصطلح اللانهاية – الذى يلعب دورا هاما فى الرياضيات الحديثة – يعد مثلا آخر على هذه المصطلحات المجردة بالرغم من أنه لا يوجد شىء يناظره وبالرغم من أننا نقع فى صعوبات كثيرة بسبب ادخاله · اننا نعمد فى الرياضيات الى درجة عالية من التجريد ونكتسب من خلال ذلك الفهم الموحد لمجالات واسعة ·· فهل يمكننا هنا – لو أردنا العودة الى بداية حديثنا – فهم كلمة « ان ثمة » فى الدين كالصعود الى درجات عالية من التجريد ؟ وأن هذا الصعود ييسر لنا فهم العلاقات فى الكون ليس أكثر ؟ لكن العلاقات توجد بالفعل دائما ، بغض النظر عن الاشكال الروحية التى نحاول بها ادراكها » ·

بوهر : « ما دام الموضوع يختص بهذه الناحية من القضية المتعلقة بنظرية المعرفة فقد تكون هذه المقارنة موفقة · ولكن من وجهة نظر أخرى ، فانها غير كافية · ففى الرياضيات يمكننا أن نبتعد

داخليا عن مضمون ما هو مزعوم · وفى النهاية فان الموضـــوع يتعلق بمباراة عقلية يمكننا المشاركة فيها أو تركها كلية · أمـا فى الدين فان الموضوع يتعلق بنا نحن ، بحياتنا وموتنا ، وهناك تنتمى القوانين العقائدية الى القواعد الأساسية لتصرفاتنا ، وعليه ـ بطريقة غير مباشرة ـ الى أسس وجودنا· واذن فاننا لا نستطيع أن نقف ازاءها كمتفرجين فقط · كما أن موقفنا من قضايا الدين لا ينفصل عن وضعنا فى المجتمع الانسانى · بما أن الدين قـد تكون كتركيب روحى للمجتمع البشرى ، فلعله يظـل كذلك فى المستقبل سواء تحتم النظر اليه على مرور التاريخ كالقوة القادرة أكثر على البنـاء الاجتماعى أو سواء اضطلع المجتمع القـائم فعلا بتطوير وتنمية تركيبه الروحى بحيث يصبح متلائما مع معارفه الجديدة · ويبدو أن كل فرد فى عصرنا الحالى يستطيع الاختيار بحرية ، التركيب الروحى الذى يريد أن يضع نفسه فيه مـع أفكاره وتصرفاته ، ومن خلال هذه الحرية تنعكس حقيقـة أن الحدود بين دوائر الثقافة المختلفة والمجتمعات البشرية المختلفـة قد فقدت تماسكها وبدأت تتلاشى · ولكن حتى لو كان كل فرد يتمتع بأقصى درجات الاستقلال فانه سيتحتم عليه ـ شـعوريا أو لا شعوريا ـ الاخذ بكثير من التركيبات الروحية المتوفرة فعلا· وذلك لأنه يتحتم عليه الحديث مع الأعضاء الآخـرين فى المجتمع الذى قرر الحياة فيه حول الحياة والموت وحول العلاقات العـامة (allgemeine Zusammunhaye)انه يتحتم عليه تربية أولاده وفقا للمثل العليا فى مجتمعه ويتحتم عليه أن ينغمس فى حياة مجتمعه كلها· ومن هنا فان الضـلالات المبنية على نظرية المعرفة لا تفيد بهذا الصـدد · ولابد وأن يكون واضحا لنا هنا أيضـا أن هناك علاقة تكميلية قائمة بين التفكير النقدى للمضامين العقائدية لدين ما وبين التصرف الذى بنى على أساس القرار فى صـالح التركيب الروحى التى تقوده فى تصرفه وتساعده فى النجاة من الشكوك وتمنحـه العزاء عندما يتعذب وتضمن له الشعور بالأمان والطمأنينة لدى « العلاقة الكبرى » · وبذلك يؤدى الدين الى تنظيم وتوافق الحياة فى المجتمع ، كما أن أهم واجباته هو التذكير المستمر بالعـلاقة الكبرى عن طريق لغة الصور والتشبيهات » ·

هيزنبرج : « انك تتحدث هنا باستمرار حول القرار الحر للفرد · وانك لتضعه ـ اذا كان لنا أن نقـارن بالفيزياء ـ فى مرتبـة حرية

المشاهد فى ترتيب تجربته هكذا أو هكذا • ان مثل هذه المقارنة لا يمكن اقامتها فى الفيزياء القديمة • ولكن هل أنت مستعد لربط النفثات المميزة للفيزياء المعاصرة مباشرة مع قضية « حرية الارادة » (willenfreiheit) ؟ انك تعرف أن « التحديدية اللامكتملة » للحدث فى الفيزياء الذرية تستخدم من وقت لآخر كحجة على أنه قد توفر الآن الحيز لحرية ارادة الفرد والحيز للتدخل الالهى » •

يوهر : « اننى مقتنع أن هذا الموقف مبنى على سوء فهم • ويجب علينا عدم خلط القضايا المختلفة التى تنتمى — كما اعتقد — الى طرق وصف مختلفة ولكنها تخضع لمبدأ التكميلية • عندما نتحدث عن الارادة الحرة فاننا نعنى الموقف الذى يجب علينا أخذ القرار فيه• هذا الموقف يقع فى « رابطة امتناع (١) » مع الموقف الذى نحلل فيه دوافع تصرفنا أو الموقف الذى ندرس فيه العمليات التشريحية مثل العمليات الكهروكيميائية فى المخ • فهنا يدور الموضوع حول مواقف تكميلية نموذجية ، وبالتالى فان السؤال عما اذا كانت القوانين الطبيعية تحدد الحدث بطريقة كاملة أو بطريقة احصائية، ليس له علاقة مباشرة مع قضية « الارادة الحرة » •

وبالطبع لابد وأن تتوافق فى النهاية طرق الوصف المختلفة ، وهذا يعنى أنه لابد وأن تتوافر امكانية التعرف على أن هذه الطرق تنتمى بلا تناقضات الى واقع واحد ، ولكن كيف يتم ذلك بالتفصيل ، هذا ما لا نعرفه حتى الآن • أما اذا كان الحديث يتعلق بالتدخل الالهى ، فان هذا لا يعنى الحديث عن « شرطية الحدث » المبينة على العلوم الطبيعية ولكن عن « علاقة المغزى » التى تربط بين الحدث وحدث آخر أو بينه وبين تفكير البشر • ان « علاقة المغزى » هـذه تنتمى أيضا الى الواقع تماما كما تنتمى الشرطية المبنية على العلوم الطبيعية اليه وانه لسوف يكون تبسيطا فظا اذا أردنا اعتبارها تنتمى فقط الى « الناحية الذاتية » للواقع • ولكننا نستطيع هنا أيضا التعلم من المواقف المشابهة فى العلوم الطبيعية • فمن المعروف مثلا أن هناك علاقات بيولوجية لا نستطيع بناء على جوهرها ووصفها « سببيا » ، ولكننا نستطيع وصفها « غائيا » (finalistisch) أى بالنسبة الى هدفها • ويمكننا بهذا الصدد مثلا التفكير فى عملية الشفاء التى تتم بعد جرح أحد أعضاء الجسم • ان التفسير الغائى

---

(١) أى أن وقوع أحد الموقفين يلغى وقوع الآخر •

يقع فى رابطة تكميلية نموذجية مع الوصف المبنى على القوانين الفيزيو ـ كيميائية أو قوانين الفيزياء الذرية المعروفة ، وهذا يعنى أننا نسأل فى احدى الحالات ما اذا كانت العملية تؤدى الى الهدف المطلوب وهو اعادة تكوين العلاقات العادية فى أعضاء الجسم ، وفى الحالة الأخرى فاننا نسأل عن المعنى السببى للتفاعلات الجزئية · ان كلا من هاتين الطريقتين للوصف تلغى الأخرى ولكنهما لا يتناقضان بالضرورة ·

ان لدينا كل الأسباب لافتراض أن اختبار قوانين ميكانيكا الكم فى أعضاء الجسم الحية سيؤيد هذه القوانين تماما كما أيدتها الاختبارات فى المادة الميتة · وبالرغم من ذلك فان الوصف الغائى هنا يعتبر صحيحا · اننى اعتقد أن تطور الفيزياء الذرية قد علمنا أن نفكر بحذق أكثر مما كنا نفعل حتى الآن ·

هيزنبرج : « اننا نعود ببساطة دائما الى جانب الدين الخاص بنظرية المعرفة · ولكن اتهامات ديراك ضد الدين موجهة فى الواقع ضد الناحية الأخلاقية · لقد أراد ديراك قبل كل شيء نقد الكذب وخداع النفس اللذين سرعان ما يلحقان بكل نوع من التفكير الدينى واللذين اعتبرهما ـ بحق ـ صفات لا تطاق · ولكنه بذلك صار متعصبا للعقلانية ، واننى أحس ان العقلانية ليست كافية هنا » ·

بوهر : « اننى اعتقد ، أن ديراك كان موفقا جدا حين أشار بقوة الى خطر خداع النفس والتناقضات الداخلية ، ولكن لقد كان أيضا من الضرورى أن يثير فولفجانج بملاحظته الأخيرة الساخرة انتباه ديراك الى مدى صعوبة تلافى هذا الخطر كلية » ·

بعد ذلك ختم نيلز الحديث بقصة من تلك القصص التى يحب سردها دائما فى مثل هذه المناسبات ·

بوهر : « بالقرب من بيتنا الريفى فى تيز فيلدى (Tis vilde) وضع رجل فوق باب بيته خف حصان ـ الذى يجلب الحظ حسب العادات الشعبية القديمة ـ وعندما سأله صديق له « هل أنت متشائم لهذا الحد ؟ أتعتقد فعلا فى أن الخف يجلب الحظ ؟ » عندئذ نظر الرجل اليه متأملا ثم أجابه قائلا : « بالطبع لا ، ولكن الناس يقولون · أنه يساعد على ذلك حتى اذا لم نعتقد فيه » ·

٨ ـ الفيزياء الذرية ومبدأ التفكير النفعي

(١٩٢٩)

ظهرت السنوات الخمس التالية لمؤتمر سولفاى فى بروكسيل بالنسبة لنا نحن الشبان الذين ساهموا فى بناء النظرية الذرية بعد ذلك ساطعة براقة حتى أننا أطلقنا عليها « العصر الذهبى للفيزياء الذرية » • لقد أمكننا التغلب على كل العقبات التى استنفدت جهودنا فى السنوات السابقة وفتحت الأبواب أمام المجال الجديد لميكانيكا الكم الخاصة « بالأغلفة الذرية » (Atomhulle) كما سنحت الفرصة أمام الذين يعملون ويبحثون فى هذا الميدان وكل الذين يرغبون مشاركتهم فى دراسة القضايا المختلفة التى كانت غير قابلة للحل سابقا وتيسرت معالجتها تماما بالطرق الجديدة • وقد تمكنا فى مواقع كثيرة ، حيث كانت القوانين الوضعية تؤدى الى تصورات غير محددة وتخمينات غير واضحة ، من الوصول الى الفهم الحقيقى لمجريات الأمور ـ كما حدث ذلك مثلا فى فيزياء الأجسام الصلبة (Feste Korper Physik) والمغنطة الحديدية (Ferromagnetism) والروابط الكيميائية (Chemische Bindung) واستخلاص الوضوح الكامل للرؤية من خلال الطرق الحديثة • وقد نما أثناء ذلك الشعور لدينا بأن الفيزياء المعاصرة تتفوق على الفيزياء الكلاسيكية ـ حتى فى ميدان القضايا الفلسفية ـ فى مواقع حاسمة وأنها تعتبر أكثر اتساعا وكفاءة :

عندما عرضت كل من جامعتى ليبزيج Leipzig وزيوريخ Zurich على درجة الأستاذية فى نهاية خريف ١٩٢٧ قررت الذهاب الى ليبزيج تحت اغراء التعاون المشترك مع الفيزيائى التجريبى الممتاز « بيتر ديبى » (١) Peter Debye . وبالرغم من أننى لم أحصل فى أول حلقة علمية لى حول الفيزياء الذرية سوى على طالب واحد ، الا أننى كنت مقتنعا أننى سأوفق فى النهاية الى اكتساب شبان كثيرين الى هذا الميدان .

قدمت بموافقتى الى جامعة ليبزيج تحت شرط واحد وهو أن تسمح لى الجامعة قبل تحمل المسئولية الكاملة فيها بالسفر الى الولايات المتحدة الأمريكية لمدة سنة واحدة وذلك لالقاء محاضرات هناك حول ميكانيكا الكم . ومن ثم فقد ذهبت فى فبراير ١٩٢٩ الى « بريمرهافين » Bremer haven - فى البرد اللافح - كى استقل السفينة المتجهة الى نيويورك . استمرت عملية اقلاع السفينة من الميناء يومين كاملين وذلك لأن المجرى المؤدى الى البحر كانت قد سدته الجدران الثلجية السميكة وفى الطريق تعرضت السفينة لأقصى العواصف التى شاهدتها فى رحلة بحرية فى حياتى . وبعد خمسة عشر يوما من السفر المضنى ظهرت أمامنا شواطىء « لونج أيلاند » (Long Island) ثم تلتها ناطحات السحاب لمدينة نيويورك .

لقد جذبنى العالم الجديد اليه منذ اللحظة الأولى لرؤيته وأيقظت حركة الشباب الحرة وطريقة ضيافتهم الغير معقدة ، واستعدادهم المستمر لمساعدة الآخرين والبسمة المتفائلة التى تعلو وجوههم ، كل ذلك أيقظ لدى الشعور بأننى قد ألقيت حملا ثقيلا من فوق ظهرى .

كان الاهتمام هناك بالفيزياء الذرية غير محدود وقد مكننى ذلك من زيارة جامعات كثيرة لالقاء المحاضرات والتعرف على البلاد القائمة فيها . وأينما نزلت استطعت على الفور اقامة العلاقات الودية سواء من خلال لعب التنس أو التجديف أو السفر بالمراكب الشراعية مما أدى أحيانا الى محاورات حول التطورات الجديدة فى علمنا . وأذكر خصوصا هنا تلك المحاورة مع زميل التنس « بارتون » (Barton) وهو فيزيائى شاب من جامعة شيكاغو دعانى للقيام برحلة للصيد فى منطقة بحرية تقع فى أقصى الشمال .

دار الحديث بيننا حول ملاحظة أثارت اعجابى أثناء القائى المحاضرات المختلفة فى أمريكا تتركز فى أنه بينما أدت فى أوربا النفثات الغير واضحة للفيزياء الذرية الحديثة - مثل الازدواجية بين التصور الموجى والجسيمى ،

---

(١) فيزيائى هولندى (١٨٨٤/٣/٢٤ - ١٩٦٦/١١/٢) .

والصفة الاحصائية للقوانين الطبيعية ــ الى مناقشات حامية وأحيانا الى رفض مرير لكل الأفكار الحديثة ، بدا وكأن معظم الفيزيائيين الأمريكيين قد تقبلوا طريقة الوصف الجديدة بدون عقبات أو كأنها لا تحدث صعوبات لديهم بالمرة • ومن ثم فقد سألت بارتون عن تفسير لهذا الاختلاف وكان رده ــ تقريبا ــ **كما يلى :**

بارتون : « أنتم الأوربيون ، وخصوصا الألمان ، تميلون الى أخذ هذه المعارف بطريقة مبدئية مخيفة ، بينما ننظر نحن الى الأمر ببساطة أكثر • لقد كانت فيزياء نيوتن قديما وصفا كافيا ودقيقا للحقائق المشاهدة • بعد ذلك عرفنا بوجود « الظواهر الكهرومغناطيسية » وأثبتنا أن ميكانيكا نيوتن ليست كافية لوصفها ولكن معادلات ماكسويل تستطيع القيام بهذه المهمة ، أخيرا برهنت دراستنا للعمليات الذرية أننا لا نستطيع باستخدام الميكانيكا الكلاسيكية والديناميكا الكهربية التوصل الى النتائج المشاهدة • واذن فقد اضطررنا الى تصحيح القوانين والمعادلات القديمة وأنشأنا بذلك ميكانيكا الكم • واذن فالفيزيائى النظرى يتصرف هنا ــ من ناحية المبدأ ــ بكل بساطة مثل المهندس الذى يريد بناء قنطرة للعبور •

لنفرض أنه لاحظ أن المعادلات الاستاتيكية التى استخدمت حتى الآن لا تكفى لبنائه الجديد وأن عليه اضافة تصحيحات مثلا للضغط الجوى ولتغير المادة ولتغير درجة الحرارة ، وما شابه ذلك ، الى هذه المعادلات • وعندئذ يكون قد توصل الى معادلات أفضل وقواعد أضمن لبناء القنطرة ، وبالطبع فاننا جميعا سوف نسعد بهذا التقدم الجديد • ولكن ذلك لا يعنى أن شيئا بالمرة قد تغير من الناحية الأساسية • وهذا ما حدث أيضا فى ميدان الفيزياء •

ان الخطأ الذى تقعون فيه أنتم معشر الأوربيين يتركز فى أنكم تعتبرون القوانين الطبيعية شيئا مطلقا ، ثم بعد ذلك تتعجبون جدا عند تغييرها • حتى العبارة « قانون طبيعى (Naturgesetz) » تبدو لى وكأنها تمثل تمجيدا أو تقديسا لمعادلة معينة لا تمثل فى الواقع سوى قاعدة للتعرف على الطبيعة فى هذا المجال المعين • واذن فاننى أقترح أن تكفوا تماما عن هذا الادعاء المطلق ، وعندئذ سوف تحل كل الصعوبات » •

هيزنبرج : « واذن فانك لا ترى أن هناك مدعاة للتعجب فى أن الاليكترون يظهر مرة كجسيم ومرة أخرى كموجة • انك تشعر أن هذا لا يزيد عن كونه امتدادا ــ ربما غير متوقع فى هذا الشكل ــ للفيزياء الكلاسيكية » •

بارتون : « بلى ، اننى أتعجب لذلك أيضا ، ولكننى أرى ما الذى يحدث فى الطبيعة ويتحتم على التوافق معه ٠ اذا كان هناك تكوين يظهر مرة كموجة ومرة أخرى كجسيم ، فلا بد علينا وأن نبنى مصطلحات جديدة ٠ ربما يجب علينا مثلا تسمية هذا التكوين « جسموجة » وبذلك تصبح ميكانيكا الكم عبارة عن الوصف الرياضى لتصرفات هذا « الجسموجة » ٠

هيزنبرج : « لا ، ان هذه الاجابة تبدو لى مبالغة فى بساطتها ٠ ان الموضوع ليس موضوع خصائص مميزة للاليكترون ولكن خاصية لكل المواد والأشعة فى هذا الكون ٠ فسواء اعتبرت اليكترونا أم مصدرا ضوئيا أم جزىء بنزين أم حتى حجرا ، فانك تجد دائما الخاصيتين الجسيمية والموجية ، ومن هنا أيضا فاننا لا نستطيع أن ندرك أساسا الصفة الاحصائية للقانون الطبيعى فى كل مكان ٠ بيد أن خصائص ميكانيكا الكم تظهر لنا بوضوح فى التكوينات الذرية أكثر منه فى موضوعات التجارب اليومية » ٠

بارتون : « حسن ، انكم اذن قد عدلتم بعض الشىء فى « قوانين نيوتن » وقوانين ماكسويل ، ويظهر أثر هذه التعديلات ـ بالنسبة للمشاهد ـ فى الظواهر الذرية بوضوح قاطع بينما لا يسهل ملاحظتها فى مجال التجارب اليومية ٠ على أى حال فان الموضوع يتعلق ـ لا أكثر ولا أقل بتعميمات مؤثرة للغاية ، ومع ذلك فانه سيتحتم علينا فى المستقبل تصحيح ميكانيكا الكم هذه وذلك كى يتسنى لنا وصف الظواهر التى لا نعرفها الآن بطريقة أفضل ٠ ولكن يبدو فى الوقت الحاضر أن ميكانيكا الكم هى القاعدة التى يمكن استعمالها فى كل التجارب الذرية بنجاح ممتاز » ٠

لم تعجبنى طريقة بارتون للوصف هذه ولاحظت أنه يجب على أن أعبر عما أريده بطريقة أدق وذلك لتيسير فهمه ٠ ومن ثم فقد أجبته مركزا على مخارج كلماتى ٠

هيزنبرج : « اننى لا أعتقد أننا نستطيع بأى حال تحسين ميكانيكا نيوتن ، واننى أعنى بذلك ما يلى : ما دمنا نستطيع وصف ظاهرة طبيعية ما باستخدام مصطلحات الفيزياء النيوتينية ، أى «الموضع» و « السرعة » و « العجلة » و « الكتلة » و « القوة » ٠٠٠ الخ فان « قوانين نيوتن » تصبح سارية المفعول بكل أبعادها ٠ ولن يتطرق أى تغيير على هذا الموقف فى مئات الألوف من السنين القادمة ٠ وبمعنى آخر ، فربما يجب على أن أقول : أنه « بدرجة

الدقة »، التى يمكننا بها وصف الظواهر الطبيعية باستخدام « قوانين نيوتن » تصبح هذه « القوانين » سارية المفعول · أو حقيقة أن هذه الدرجة من الدقة محدودة كانت معروفة أيضا فى الفيزياء الكلاسيكية ، وذلك يرجع ببساطة الى أن أحدا لا يستطيع قياس ظاهرة ما بدرجة غير محدودة من الدقة · بيد أن حقيقة أن « دقة القياس » لها حدود مبدئية مقننة يمكن التعبير عنها « بعلاقة اللاتحديدية » تعتبر معلومة جديدة عرفناها فقط عن طريق ميدان التجارب الذرية · ولكن دعنا الآن من الاستمرار فى الحديث عن ذلك والاكتفاء باستنتاج أنه فى حدود « دقة القياس » فان ميكانيكا نيوتن تصبح سارية المفعول الآن وفى كل زمان » ·

بارتون : « اننى لا افهم هذا · الا تعد ميكانيكا النظرية النسبية تحسينا لميكانيكا نيوتن ؟ وهناك لا يوجد أثر على الاطلاق لعلاقة اللاتحديدية هذه » ·

هيزنبرج : « نعم لا يوجد أثر « لعلاقة اللا تحديدية » هذه ، ولكن هناك أثر لتركيب آخر من « الحيز » و « الزمان » ، وخصوصا « لعلاقة بين الحيز والزمان » · ولكن مادمنا نتحدث عن زمان ظاهرى مطلق لا يعتمد على موضع وحركة المشاهد ، وما دمنا نتعامل مع تمدد « الأجسام الجاسئة » (Starren Korpern) أو التى هى جاسئة عمليا (Proktisch Starren) ، فان قوانين نيوتن تكون سارية المفعول · ولكن اذا تطرقنا الى عمليات ذات سرعات عالية للغاية ، واعتبرنا أننا نقيس بدقة تامة فاننا نلاحظ أن مصطلحات ميكانيكا نيوتن لا تتلاءم مع تجاربنا ، ومثال لذلك أن ساعة المشاهد المتحرك تظهر وكأنها تدور أبطأ من ساعة المشاهد الثابت ، وعندئذ يتحتم علينا الانتقال الى الميكانيكا النسبية » ·

بارتون : « لماذا لاتريد اعتبار الميكانيكا النسبية تحسينا لميكانيكا نيوتن؟»

هيزنبرج : « ان سبب معارضتى لاستخدام كلمة « تحسين » فى هذا الشأن يعود الى رغبتى فى منع وقوع أى سوء فهم ، وعندما نتغلب على هذا الخطر يمكننا الحديث عن التحسين · ان سوء الفهم الذى أعنيه هنا يرجع الى مقارنتك بالتحسينات التى يتحتم على المهندس ادخالها أثناء تطبيقاته العملية للفيزياء · وانه لمن الخطأ الفادح وضع التغييرات الأساسية التى تظهر أثناء الانتقال من ميكانيكا نيوتن الى الميكانيكا النسبية أو الميكانيكا الكمية على نفس درجة التحسينات التى يقوم بها المهندس ، وذلك ببساطة لأن المهندس عندما يحسن

لا يحتاج الى تغيير المصطلحات التى بين يديه ، بل انه يحتفظ بمعانى كل الكلمات التى أخذتها قبل ذلك وفقط يقوم بادخال التغييرات التى أهملت فيما سبق • مثل هذا النوع من التغيير ليس له أى معنى فى ميكانيا نيوتن ، كما انه لا توجد تجربة عملية واحدة تعضد أهميته • وفى هذه الحقيقة يكمن سريان مفعول الادعاء المطلق لفيزياء نيوتن الخاص بانها لايمكن تحسينها فى ميدان تطبيقاتها عن طريق تعديل طفيف وأنها قد أخذت هناك شكلها النهائى منذ زمن بعيد • ولكن ثمة مجالات تجريبية لا نستطيع فيها استعمال نظام المصطلحات الخاص بميكانيكا نيوتن ، وعليه فاننا نحتاج فى مثل هذه المجالات التجريبية الى تركيبات اصطلاحية جديدة • وهى تصبح فى متناول أيدينا مثلا من خلال النظرية النسبية وميكانيكا الكم • لقد وصلت فيزياء نيوتن – وهذا هو ما يهمنى للغاية – الى درجة من الكمال لن تحصل عليها معدات المهندس وتكمن علة هذا الكمال فى أنه من غير الممكن ادخال تحسينات طفيفة عليها ، ولكن الانتقال الى نظام جديد من المصطلحات يعتبر فيه النظام القديم حالة خاصة » •

بارتون : « من أين لنا أن نعرف أن فرعا فى الفيزياء قد اكتمل بهذا المعنى الذى زعمته سابقا عن ميكانيكا نيوتن ؟ وما هى المقاييس التى تميز الفروع المكتملة من تلك الغير مكتملة وما هى الفروع المكتملة الأخرى – فى رأيك – فى الفيزياء ؟ » •

هيزنبرج : « ان المقياس الأهم لأى فرع مكتمل هو وجود نظام من البديهيات كل واحدة منها تعتبر محددة المعنى غير متناقضة بذاتها وتتحد فى نفس الوقت مع المصطلحات والعلاقات القانونية فى النظام • أما عن مدى تلاؤم هذا النظام من البديهيات مع الواقع فاننا بالطبع لا يمكن أن نحكم عليه سوى تجريبيا كما أننا سنستطيع الاشارة الى وجود نظرية ما عندما تكون هناك دائرة كبرى من التجارب يمكن تمثيلها من خلالها • واذا سلمنا الآن بهذه المقاييس فاننى أستطيع التفرقة بين أربعة فروع مكتملة فى الفيزياء الحالية وهى « ميكانيكا نيوتن » ، « النظرية الاحصائية للحرارة » ، « النظرية النسبية الخاصة مع الديناميكا الكهربية لماكسويل » وأخيرا « ميكانيكا الكم الحديثة » •

كل من هذه الفروع يملك نظاما دقيق التعبير من المصطلحات والبديهيات التى تبدو مقولاتها سارية المفعول للغاية ، ما دمنا نوجد فى دائرة التجارب الخاصة بهذا الفرع • ان النظرية النسبية العامة لا يمكن

اعتبارها الآن ضمن الفروع المكتملة ، وذلك لأن نظام البديهيات بها لم يكتمل وضوحه بعد كما أن تطبيقاتها على المشكلات الكونية ما زالت تسمح بوجود حلول كثيرة . واذن فانه يتحتم علينا اعتبارها ضمن النظريات الغير مكتملة التى تحتوى على بعض القضايا المفتوحة » .

بارتون : « لماذا تضع قيمة لاعتبار أن الانتقال من فرع الى فرع آخر ، مثلا من ميكانيكا نيوتن الى نظرية الكم ، ليس مستمرا ولكنه يتم بطريقة غير مستمرة ؟ بالطبع انك محق فى أنه يتحتم ادخال مصطلحات جديدة وأن التغييرات فى المجال الجديد لها أشكال أخرى ، ولكن ما أهمية هذا كله ؟ ان المهم فى النهاية هو تقدم العلم وأن نكون قادرين باستمرار على فهم جوانب أخرى للطبيعة . أما قضية ما اذا كان التقدم يحدث باستمرارية أو بقفزات فردية فهى تبدو لى غير مهمة بالمرة » .

هيزنبرج : « بلى ، انها قضية مهمة . ان تصورك لوجود تقدم مستمر كالذى يعتبره المهندس سوف يسلب علمنا كل قوته ، واننى لا أعرف عندئذ ما اذا كان من الممكن اطلاق الحديث عن « علم مضبوط » (Exakt Wissenschaft) . اذا أراد أحدنا « العمل فى الفيزياء بهذه الطريقة النفعية البحتة فانه سيدخل الى ميدان جزئى — يعتبر لحظيا حسنا من الناحية التجريبية — ويحاول تمثيل الظواهر هناك عن طريق معادلات تقريبية . واذا كان التمثيل غير دقيق فانه سيضيف حدود تصحيح له لجعله أكثر دقة . ولكن عندئذ لن يوجد أى سبب للبحث عن العلاقات فى مضمونها الشامل ولن تكون لديه القدرة على الوصول الى العلاقات السهلة جدا مثل تلك التى تميز ميكانيكا نيوتن عن فلك بطليموس . ومن ثم فان أهم مقياس للحقيقة فى علمنا الذى هو فى النهاية يعتبر البساطة الواضحة ، سوف يذهب هباء . بالطبع فانك تستطيع مرة أخرى القول بأن مطلب بساطة العلاقات هذا يتضمن ادعاء مطلقا لا يمكن تبريره منطقيا . فلماذا ينبغى أن تكون القوانين الطبيعية بسيطة ؟ ولماذا يتحتم تمثيل مجالات تجريبية كبيرة بطريقة بسيطة ؟ . ولكننى هنا لابد وأن أعود الى التاريخ الحالى للفيزياء . لعلك تعترف أن كلا من الفروع الأربعة المكتملة التى ذكرتها يملك نظاما من البديهيات البسيطة وأن ثمة كثيرا من العلاقات يمكن تمثيلها به . وأنه فقط من خلال مثل هذا النظام من البديهيات يصبح وصف أى من هذه العلاقات بأنها « قانون طبيعى » محقا فعلا ، واذا لم يتواجد هذا

النظام لما تسنى للفيزياء أن تحصل على شهرتها بأنها علم مضبوط تمـاما •

هذه البساطة لهـا أيضـا وجهة أخرى ترتبط بعلاقتنا بالقوانين الطبيعية • بيد أنني لا أعرف هنا ما اذا كنت أستطيع التعبير عما أريده بطريقة واضحة ومفهومة أم لا • اذا استطعنا صياغة النتائج التجريبية في معـادلات ــ وهو ما نفعله دائما في الفيزياء النظرية ــ ومن ثم التوصل الى وصف ظاهري للأحداث فانه يتولد لدينا الشعور بأننا قد اخترعنا هـذه المعادلات بأنفسنا بنجاح مرض على أى حال • ولكن اذا اصطدمنا بهذه العلاقات الكبرى البسيطة للغاية التى توطد فى النهاية من مبدأ البديهيات فان الوضع يصبح مختلفا تماما • عندئذ تظهر أمام أعيننا فجأة علاقة رياضية كانت موجودة دائما قبل أن نعرفها والتى كما هو واضح تماما لم تقم بفعل الانسان • ان مثل هذه العلاقات هى فى الواقع المضمون الحقيقى لعلمنا • وفقط عندما نستوعب تماما بذواتنا وجود هذه العلاقات ، نكون قد فهمنا علمنا بالفعل » •

نظر الى بارتون فى صمت وتدبر ولم يحاول نقض ولكننى أحسست أن طريقتى فى التفكير ظلت غريبة عليه بعض الشىء •

لحسن الحظ لم تكن عطلة نهاية الأسبوع مليئة فقط بمثل هذه المحاورات المعقدة فقد قضينا الليلة الأولى فى عشة صغيرة تقع على حافة احدى البحيرات فى وسـط منطقة شاسعة مزدحمة بالبحيرات والغابات الكثيفة • وفى الصباح خرجنا مع أحد الهنود الحمر فى رحلة للصيد عرض البحر مستخدمين قاربا شراعيا يغمرنا الأمل فى العودة بصيد ثمين تزداد به ذخيرتنا من المواد الغذائية • بعد فترة من ابحارنا استوقفنا قائد المركب فى مكان ما وانطلقنا فى محاولاتنا الموفقة للصيد واستطعنا فى نهايتها اقتناص ثمانى سمكات من نوع « الهيشتى » (Hechte) اللآتى كن عشاء وفيرا لنا ولصاحبنا الهندى الأحمر • فى صباح اليوم التالى عزمنا على تكرير هذا النجاح الباهر ومن ثم فقد قررنا الخروج دون قيادة صاحب المركب • كان الجو شبيها به فى اليوم السابق وبالمثل كانت حالة الرياح أيضا مما حفزنا على الذهاب الى نفس المكان • غير أن كل محاولاتنا هذه المرة قد باءت بالفشل وعدنا فى آخر اليوم دون اصطياد سمكة واحدة ، مما أدى ببارتون الى الرجوع الى حديث الأمس •

بارتون : « ربما يكون الحال فى عالم الذرات شبيها به فى عالم الأسماك والبحر هنا فى هذه المنطقة الموحشة • اذا لم يتآلف الانسان مع الذرات شعوريا أو لا شعوريا ، تماما كما فعل الهندى الأحمر مع

الرياح والجو وعادات الأسماك ، فسوف يكون الأمل قليلا فى أن يفهم الانسان شيئا عن هذا العالم » ٠

عند نهاية اقامتى فى أمريكا تواعدت مع بول ديراك على قطع رحلة العودة سويا الى أوربا ٠ وقد كانت خطتنا هى الالتقاء فى « حدائق يلوستون » (YelloWstone Park) ثم القيام بجولة هناك نستقل بعدها السفينة المبحرة فوق المحيط الهادىء الى اليابان ومنها نعبر آسيا الى أوربا ٠ وصلت الى فندق « آولد فايثفول » (Old Faithful) ، الواقع أمام أحد ينابيع المياه الطبيعية الساخنة ، قبل ميعادنا بيوم كامل ، ومن ثم فقد قررت القيام برحلة قصيرة لتسلق الجبال فى المنطقة المجاورة ٠ أثناء الطريق عرفت أن الجبال هناك بخلاف الحال فى جبال الألب لم يكتشفها انسان بعد وأن الطرق ليست ممهدة أو معنونة كما أن وسائل الاغاثة والاسعاف معدومة تماما ٠ عند الصعود الى أعلى فقدت أهدافا كثيرة خلال التعرجات الجبلية مما جعل رحلة العودة شاقة للغاية ومن ثم فقد توقفت لدى منطقة مليئة بالحشائش وذهبت فى سبات عميق ، أيقظنى منه دب يلعق فى وجهى ٠ طفقت من فرط الفزع بعد ذلك بحثا عن الفندق الذى لم أصل اليه الا بعد أن نشر الظلام سلوكه على المنطقة كلها ٠

لقد ذكرت فى خطابى الى بول ديراك احتمالية الذهاب لزيارة المنابع الساخنة المنتشرة بالقرب من الفندق ٠ وبالطبع فقد وصل بول ومعه خطة محكمة لمواقع المنابع وكيفية الوصول اليها ومواعيد زيارتها والزمن الذى يجب أن يستغرقه سفرنا من منبع لآخر حتى نتمكن مع غروب الشمس من رؤية أكبر عدد منها ولم يكن علينا الا تنفيذ هذه الخطة بكل دقة ٠

أتاحت رحلتنا البحرية الطويلة من « سان فرانسيسكو » — عن طريق هاواى — الى يوكوهاما الفرصة لتبادل الآراء العلمية بيننا والحديث عن تجاربنا فى أمريكا وخططنا المستقبلية فى الفيزياء الذرية بالاضافة الى اشتراكنا فى الألعاب المختلفة فوق السفينة البخارية الكبيرة ٠

لم يكن لاستعداد الأمريكيين الفيزيائى بصدد الموافقة على النفثات الغامضة للفيزياء الذرية الحديثة أى وقع على بول ديراك الذى رأى أن تطور العلوم الطبيعية يعتبر عملية مستمرة لا أكثر ولا أقل وأنه ليس من المهم هناك السؤال عن التركيب الاصطلاحى الذى يبرز خلال المراحل المختلفة ولكن البحث عن الطريق الذى يؤدى الى التقدم السريع الأمين لهذه العلوم ٠ وقد أشار بول هنا الى أن الانطلاق من مبدأ التفكير النفعى

يظهر أن تقدم العلوم الطبيعية لا يزيد عن عملية تلاؤم مستمرة ودائمة لتفكيرنا مع تجاربنا المستمرة الاتساع والتى ليس لها نهاية محددة . ومن ثم لا يجب أخذ النهاية المؤقتة مأخذا مبدئيا ولكن طريقة التلاؤم نفسها .

غير أن بول كان متفقا معى على أن عملية التلاؤم هذه تؤدى فى النهاية الى قيام قوانين طبيعية بسيطة ـ أو كما أحب أن أقول ـ الى اخراج هـذه القوانين الى النور . ولكن من الناحيـة المنهجية كانت الصعوبة الوحيدة تكمن بالنسبة له فى نقطة الانطلاق وليس فى « العلاقة الكبرى » . وكلمـا شرح بول طريقته لى انتابنى الشعور بان البحث الفيزيائى يشبه فى رأيه عمليات التسلق الصعبة للجبال الصخرية كتلك التى يقوم بها الشغوفون بجبال الألب ، حيث يصبح من المهم فقط التغلب باستمرار على الأمتار الثلاثة القادمة مما يؤدى فى النهاية للوصول الى القمة ، بينما يؤدى التصور الكلى لخط السير بكل صعوباته الى اليأس . ومعنى ذلك أننا ندرك المشاكل الفعلية فقط عندما نأتى الى المواقف الصـعبة . مثل هـذه المقـارنة بدت لى متناقضة تمـاما ، وذلك لأننى لا أستطيع البدء فى عملية التسلق قبل أخذ القرار حول خط سير العملية كلها ، أضف الى ذلك أننى كنت مقتنعا بأن التغلب على الصعوبات الفردية لا يتأتى الا عن طريق التعرف على خط السير الصحيح . وقد تركزت نقطة الخطأ فى المقارنة بالنسبة لى فى أنه لا يمكننا من ناحية المبدأ فرض أن المرتفع الصخرى قد تكون بحيث يمكن تسلقه قطعيا . أما بالنسبة للطبيعة فاننى أعتقد فى النهاية أن علاقاتها ينبغى أن تكون بسيطة وذلك لاقتناعى بأنها قد خلقت بحيث نسـتطيع فهمها ، أو لعلى أقول بطريقة عكسية ، ان ملكاتنا العقلية قد خلقت بحيث تستطيع فهم الطبيعة . ان أسباب هذا الاقتناع ترتكز على ما قاله روبرت فى محاورتنا بجوار بحيرة شتارنبرج . انها تكمن فى نفس القوى المنظمة التى خلقت الطبيعة فى كل أشكالها والتى تعتبر مسئولة عن تركيب عقولنا ومن ثم عن ملكاتنا الفكرية .

لقد تحدثنا ، بول وأنا ، مرات عديدة حول هذه القضية المنهجية وحول آمالنا بالنسبة للتطور المستقبلى ولو أردت التعبير هنا عن آرائنا المختلفة بشىء من الحذر ، فقد قال بول : « ان الانسان لا يستطيع أن يحل أكثر من قضية واحدة فى المرة الواحدة » . بينما تبينت أنا الضد تماما : « ان الانسان لا يستطيع أبدا أن يحل قضية واحدة فقط بل سوف يجبر دائما على حل قضايا كثيرة مرة واحدة » .

لقد أراد بول برأيه السابق القول : بأنه من الغطرسة محاولة القيام

يحل أكثر من قضية فى لحظة واحدة ، وذلك لأنه كان يعرف تماما مدى صعوبة الكفاح فى ميدان بعيد عن تجاربنا اليومية ، مثل الفيزياء الذرية ، من أجل كل خطوة تقدمية جديدة · بينما كنت أريد فقط الاشارة الى أن الحل الحقيقى لقضية معينة يكمن دائما فى اصطدامنا عند هذا الموضع « بالعلاقات الكبرى البسيطة » · وأننا عندئذ سوف نرى أن قضايا كثيرة أخرى ـ لم نكن نفكر فيها من قبل ـ تحل بنفسها · ومن هنا فان كلا التعبيرين يتضمنان جزءا كبيرا من الحقيقة وقد أمكننا أن نعزى أنفسنا على التناقض الظاهرى بينهما بأن تذكرنا مقولة لنيلز بوهر ، كنا قد سمعناه يرددها مرات عديدة وهى : « ان عكس أى زعم صحيح هو زعم خطأ · ولكن عكس أى حقيقة عميقة لا يمكن أن يكون سوى حقيقة عميقة أخرى » ·

٩ ـ محاورة حول العلاقة بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء

(١٩٣٠ - ١٩٣٢)

بعد عودتي من أمريكا واليابان أخذتني في ليبزيج دوامة من المسئوليات · لقد كان محتما على القاء المحاضرات وتحضير الواجبات والاشتراك في الاجتماعات المختلفة بالكلية والاعداد للامتحانات وكذلك تجديد معهد الفيزياء النظرية الصغير بالاضافة الى ادارة حلقة علمية حول الفيزياء الذرية لتعريف الفيزيائيين الشبان بميكانيكا الكم · لقد كانت هذه الأعمال المتعددة الاتجاهات شيئا جديدا بالنسبة لى ومبعثا للشعور بالسعادة الحقة · غير أن الصلة مع الدائرة المحيطة بنيلز بوهر في كوبنهاجن قد صارت ضرورية بمرور الزمن بحيث انى كنت أستغل كل وقت فراغى للذهاب الى كوبنهاجن من أجل التباحث مع نيلز بوهر ومع الأصدقاء الآخرين هناك حول التطورات الجديدة في علمنا · لم تعد المحاورات الهامة تجرى في معهد بوهر ولكن في بيته في تيزفيلدى أو في المركب الشراعى الذى اشتراه نيلز مع حفنة من الأصدقاء وذلك كي يتيسر لهم السفر لمسافات بعيدة من ميناء كوبنهاجن فوق بحر الشرق ·

كان البيت الريفى لبوهر يقع في شمال جزيرة زيالاند (Sjalland) على بعد بضعة كيلو مترات من الشاطىء وعلى حافة منطقة شاسعة من الغابات وقد عرفته منذ جولتنا الأولى فوق هذه الجزيرة · وقد كنا نمر

أثناء زياراتنا المتكررة لمنطقة الاستحمام فوق الشوارع الرملية الواسعة التى تقطع الغابات فى خطوط مستقيمة حتى أننا قد خمنا أن الأشجار هناك قد زرعت صناعيا لحماية الجزيرة من العواصف والكثبان الرملية • وكان نيلز يملك عربة ريفية كنت أغتبط دائما عندما يسمح لى بالتجول بها مع أطفاله خلال الغابات •

فى المساء كنا نجلس غالبا بجوار المدفأة نضحك من فرط الصعوبات المصاحبة لتشغيلها ، فقد كانت تدخن بشدة أثناء غلق أبواب الحجرة مما يحتم علينا ترك أحدها مفتوحا دائما • لكن ذلك كان يؤدى الى تأجج نيرانها وارتفاع درجة حرارة الحجرة التى تصبح معتدلة بفعل الهواء البارد الآتى من الخارج • وكان نيلز ـ الذى يحب التعبيرات المتناقضة ـ يقول دائما : « ان المدفأة قد بنيت لتبريد الحجرة » ، وبالرغم من ذلك فقد كان المكان حولها محببا الينا جميعا ومريحا للغاية ، خصوصا عندما يأتى عدد من الفيزياثيين لزيارة نيلز حيث تدور سريعا المحاورات حول المشكلات التى تهمنا جميعا • ما زالت احدى هذه الأمسيات عالقة بذاكرتى اشترك فيها كرامرز و « أوسكار كلاين » • وقد بدأت ـ كمعظم محاوراتنا آنذاك ـ حول المناقشة القديمة مع أينشتين وحول حقيقة أننا لم ننجح فى اقناعه بالصفة الاحصائية لميكانيكا الكم الجديدة •

أوسكار كلاين : « أليس من الغريب حقا أن أينشتين قد وجد صعوبات كثيرة فى تقبل دور « المصادف » Zufalligen فى الفيزياء الذرية ؟ انه يعرف « علم الحرارة الاحصائية » أكثر من أى فيزيائى آخر ، وقد أعطى بنفسه اشتقاقا احصائيا مقنعا لقانون بلانك للاشعاع الحرارى ، مما يعنى أن هذه الأفكار ليست غريبة عنه بالمرة• لماذا يشعر اذن بحتمية رفض ميكانيكا الكم ، فقط لأن المصادف يتخذ فيها دورا أساسيا ؟ » •

هيزنبرج : « بالطبع فان هذا الدور الأساسى هو الذى يزعجه • انه يبدو منطقيا أننا لا نعرف مثلا كيف تتحرك الجزيئات المختلفة فى اناء ملىء بالماء • كما أننا لا نتعجب هنا عندما يتحتم علينا استخدام الاحصاء ، تماما كما يجب على أى شركة للتأمين على الحياة أن تجرى احصاء حول متوسط أعمار عملائها • بيد أننا من الناحية الأساسية قد افترضنا فى الفيزياء الكلاسيكية اننا نستطيع مبدئيا متابعة حركة كل جزء مستقل وتحديدها تماما وفقا لقوانين ميكانيكا نيوتن • لقد كان هناك اذن فى كل لحظة موقف موضوعى للطبيعة كنا نستطيع منه التنبؤ بالموقف التالى للطبيعة • لكن هذا الوضع قد اختلف كلية فى ميكانيكا الكم • هنا نعرف أننا لا نستطيع أن

نشاهد دون اضطراب الظاهرة المشاهدة وأن التأثيرات الكمية التى تؤثر فى العامل المشاهد تؤدى بذاتها الى « لا تحديدية » فى الظاهرة تحت المشاهدة ٠ وهذا ما لا يتفق أينشتين معه بالرغم من معرفته الجيدة بالوقائع ٠ انه يعلن أن تفسيرنا هذا لا يمكن أن يكون تحليلا كاملا للظـاهرة وأنـه لا بد فى المستقبل أن يجد آخرون أجزاء تحديدية جديدة للحدث يصبح بمساعدتها ، الادراك الموضـوعى للظاهرة ممكنا ٠ ولكن هذا خطأ بالتأكيد » ٠

بوهر : « اننى لا أتفق تماما مع هذا الذى تقوله ٠ فبالرغم من وجود اختلاف أساسى بين العلاقات فى « علم الحرارة الاحصائية » وبين العلاقات فى ميكانيكا الكم ، فانك قد بالغت كثيرا فى معنى هذا الاختلاف ٠ بالاضافة الى ذلك فاننى أجد تعبيرا مثل « الظـاهرة تضطرب بعملية المشاهدة » غير دقيق ، بل ومضللا أيضا ٠ وفى الواقع فاننا قد تعلمنا من الظواهر الذرية فى الطبيعة أنه لا يجب استخدام تعبير « ظاهرة تكرارية » Phénomen دون الحديث عن « مشروع البحث » أو « وسيلة المشاهدة » المرتبطة بهذه الظاهرة ٠ فاذا وصفنا « مشروع البحث » وتوفرت لدينا « نتائج المشاهدة » فاننـا نستطيع عندئذ الحديث عن الظـاهرة التكرارية وليس عن اضطراب الظاهرة من خلال عملية المشاهدة ٠ وبالرغم من أننـا لا نستطيع بعد ذلك الربط ببساطة بين نتائج المشاهدات المختلفة ، كما هو الحال فى الفيزياء الكلاسيكية ، الا أنه يجب علينا عدم اعتبار هذا اضطرابا للظاهرة من خلال المشاهدة ، بل يجب علينا الحديث عن احتمالية « الرؤية الموضوعية » لنتائج المشاهدة كما كان الحال فى الفيزياء الكلاسيكية أو كما هو الحال فى تجاربنا اليومية ٠

ان « مواقف المشاهدة » (Beobachtungs situatinen) المختلفة ، وأعنى بهذا كلية مشروع البحث ، مثل قراءة الجهاز ٠٠٠ الخ ، تعتبر مواقف تكميلية بالنسبة لبعضها ، بمعنى أن كلا منهـا يلغى الآخر ، ولا يمكن اجراؤها جميعا فى نفس الوقت كما أن نتائج أى من هذه المواقف لا يمكن مقارنتها بنتائج الموقف الآخر ٠ ومن ثم فاننى لا أستطيع رؤية أى اختلاف جوهرى بين العلاقات فى ميكانيكا الكم وبينها فى علم الحرارة الاحصائية ٠ ان « الموقف المشاهد » الذى تتم فيه عملية قياس درجة الحرارة أو تقدير درجة الحرارة يلغى «الموقف» الذى تتحدد فيه أبعاد وسرعات الجسيمات المشتركة ٠ وذلك لأن مصـطلح « درجة الحرارة » معرف من خـلال كل درجة من « اللا معرفة » عن « القطع التحديدية الميكروسكوبية للنظام » الذى يصف ما يسمى « بالتوزيع القانونى »

(Kanonische Verteilung) (١) • أو لتبسيط الموضوع أكثر : اذا وجد « نظــام » يتكون من جسيمات كثيرة للغاية فى حالة « تبادل طاقى » مستمر مع المنطقة المحيطة به أو مع « نظام » آخر أكبر فان « طاقة » كل جسيم تتأرجح باســتمرار وبالمثــل « طاقة » النظام كله • ولكن « القيمة المتوسطة للطاقة » لجسيمات كثيرة ولأزمنة كثيرة تناظر تماما القيمة المتوسطة لهذا « التوزيع القياسى » أو « التوزيع القانونى » • ان هذا كله يوجد بالتفصيل فى «كتاب جيبس» (٢) (Gibbs) • وبالتالى فان « درجة الحرارة » يمكن تعريفها على أنها « تبادل طاقى » • واذن فان المعرفة الدقيقة لدرجة الحرارة لا تتفق مع المعرفة الدقيقة لمواضع وسرعات الجزيئات » •

هيزنبرج : « ولكن ألا يعنى ذلك أن « درجــة الحرارة خاصــية غير موضوعية » ؟ لقد تعودنا حتى الآن على التفكير بأن الزعم « درجة حرارة الشاى فى هــذا الوعاء تساوى ٧٠° » يعتبر « مقــولة موضوعية » أى أن كل من يقيس درجة حرارة الشاى فى الوعاء فانه سيقيس ٧٠° بغض النظر عن الطريقة التى يقيس بها • بيد أنه اذا كان مصطلح « درجة الحرارة » هو فعلا « مقولة » حول « درجة معرفتنا » أو « لا معرفتنــا » لحركة الجزيئات فى وعاء الشاى ، فان درجات الحرارة المقاسة بواسطة مشاهدين مختلفين قد تكون مختلفة حتى بالرغم من أن الموقف الحقيقى « للنظام » هو نفسه فى الحالتين وذلك لأنه من الممكن أن يكون المشاهدان المختلفان يملكان قدرين مختلفين من المعرفة » •

بوهر : « لا ، هــذا ليس صــحيحا • ان مصطلح « درجــة الحرارة » (Tempratur) يعبر عن « موقف مشاهد » تتم فيه عملية « التبادل الطاقى » فعلا بين الشاى وجهاز قياس درجة الحرارة ، بغض النظر عن صفات الترمومتر • ان الترمومتر يعتبر فعلا ترمومترا عندما تناظر حركة الجزيئات فى « النظام المقيس » ، الذى هو الشاى فى هذه الحالة ، وفى الترمومتر « التوزيع القانونى » بنفس درجة الدقة اللازمة • وتحت هذا الفرض فان كل الترمومترات تعطى نفس النتائج ، وعليه فان درجة الحرارة تعتبر « صفة موضوعية » » •

---

(١) لقد ارجعت هنا كلمة «Kanon» الى مصدرها الأصلى فى لغتنا وهو كلمة « قانون » غير أنه يجب علينا أخذ المضامين التى أضيفت الى هذه الكلمة فى اللغات اللاتينية فى الاعتبار فهناك يعتبر متغير ما Kanonisch لمتغير آخر اذا تغير وفقا لقانون معين فى نفس اللحظة مع تغيره •

(٢) Josiah Willard Gibbs فيزيائى أمريكى (١٨٣٩/٢/١١ ـ ١٩٠٣/٤/٢٨)

ومن هنا يتضح لنا درجة تعقيد المصطلحين « موضوعى » (Objectiv) و « ذاتى » (Subjectiv) اللذين استخدمناهما بدون دقة كافية حتى الآن » .

كرامرز : « انك تصف العلاقات فى وعاء الشاى كما لو كنت تريد الزعم بوجود نوع من علاقة اللا تحديدية بين « درجة الحرارة » و « طاقة » وعاء الشاى . ولكنك بالتأكيد لا تعنى ذلك على الأقل بالنسبة للفيزياء الكلاسيكية ؟ » .

بوهر : « بلى ، اننى أعنى ذلك الى حد معين . انك ترى ذلك بطريقة أحسن اذا تساءلت مثلاً عن صفات « ذرة هيدروجين » واحدة . ان درجة حرارة ذرة الهيدروجين – اذا كان لنا أن نتحدث عن ذلك قطعياً – تكون بالتأكيد مساوية لدرجة حرارة الشاى أى ٥٧٠ مثلا وذلك لأنها تكون فى حالة « تبادل حرارى » تام مع الجزيئات الأخرى للشاى . ولكن « درجة حرارة الذرة » تتأرجح بسبب هذا « التبادل الطاقى » . واذن فاننا نستطيع فقط اعطاء احتمالية توزيع للطاقة فقط . أما اذا قسنا بالعكس طاقة ذرة الهيدروجين وليس درجة حرارة الشاى فاننا سوف لا نستطيع التوصل الى استنتاج محدد حول درجة حرارة الشاى ، بل فقط اعطاء « احتمالية توزيع » لدرجات الحرارة . ان « السعة النسبية » (die reltive Breite) « لاحتمالية التوزيع » هذه ، أى « اللا دقة » فى قيمة درجة الحرارة أو الطاقة ، تكون فى حالة شىء صغير مثل ذرة الهيدروجين كبيرة نسبيا ، ومن هنا يمكن ادراكها . غير أن هذه « اللا دقة » تكون فى حالة شىء كبير ، مثل كمية صغيرة من الشاى ، فى كل الشاى أقل كثيرا وبالتالى يمكن اهمالها » .

كرامرز : « فى علم الحرارة القديم ، كما نعلمه فى محاضراتنا ، نعتبر أن كل شىء له طاقة ودرجة حرارة فى نفس الوقت . ولكننا لا نتحدث هناك عن اللا تحديدية بين درجة الحرارة والطاقة . كيف يمكن أن يتفق هذا مع رأيك ؟ » .

بوهر : « ان ارتباط علم الحرارة القديم بنظرية الحرارة الاحصائية يشبه ارتباط الميكانيكا الكلاسيكية بميكانيكا الكم . اننا لا نحدث خطأ ملحوظا فى الأشياء الكبيرة عندما نعطى قيمة لدرجة الحرارة والطاقة فى نفس الوقت ، تماما كما هو الحال فى الأشياء الكبيرة عند اعطاء قيمة للموضع والسرعة فى نفس الوقت . ولكن الموقف بالنسبة للأشياء الصغيرة يكون فى الحالتين خطأ . وقد قلنا فى علم الحرارة

حتى الآن بالنسبة لمثل هذه الأشياء الصغيرة أنها تملك طاقة معينة ولكنها لا تملك درجة حرارة . ولكنني أعتبر هـذا خطأ ، لأننا لا نعرف أين تقع الحدود بين الأشياء الصغيرة والكبيرة » .

اننا نستطيع الآن فهم الأشياء التي جعلت بوهر يرى أن الاختلاف المبدئي بين الحدود الاحصائية في علم الحرارة وبين الحدود الاحصائية في ميكانيكا الكم لا يعتبر جوهريا كما كان بالنسبة لأينشتين . لقد رأى بوهر أن مبدأ التكميلية ، الذي يعد نفثة مركزية لوصف الطبيعة ، كان موجودا في علم الحرارة الاحصائية خصوصا في النطاق الذي أعطاه له « جيبس » ، ولكنه لم يؤخذ في الاعتبار بطريقة كافية . بينما انطلق أينشتين دائمـا من عالم التصـــور لميكانيكا نيـوتن أو نظـرية المجال لماكسويل ولم يلاحظ « النفثات التكميلية » للديناميكا الحرارية الاحصائية .

تناولت المناقشة بعد ذلك تطبيقات أخرى لمصطلح التكميلية وأشار نيلز خصوصا الى أهمية هذا المصطلح في التفرقة بين العمليات البيولوجية والمطابقات القانونية الفيزيائية والكيميائية . ولكننا تناولنا هذا الموضوع بتفصيل أكبر في احدى حفلاتنا في المركب الشراعي ويبدو أن الفرصة قد سنحت الآن للحديث عن هذه المحـاورة الليلية الطويلة التي أجرينـاها آنذاك .

لقد كان قائدنا في هـــذه الرحلة هو الفيزيو ــ كيميائي بجامعة كوبنهاجن « بيروم » (Bierrum) الحاصل أيضـــا على شهادة في علم الملاحة والذي تميز بمزاج البحارة القدماء الخشن . وبالرغم من ذلك فقد جذبتني شخصيته منذ اللحظة الأولى ومنحتني الثقة الكاملة في اتباع كل تعليماته بلا تفكير .

انضم الى رحلتنا بالاضافة الى نيلز الجراح « شيفيتز » (Chievitz) الذي كان يعلق دائما على الأحداث فوق المركب بملاحظاته الساخرة وبذلك استهدف بيروم بقفشاته اللاذعة الذي طاب له بدوره الرد على هذه القفشات مما جعل الاستماع الى هذه الثرثرة محببا لنا جميعا .

في نهاية كل صيف كان نيلز بوهر يقوم باحضار اليخت « شيتا » (Chita) من كوبنهاجن الى « سفينندبورج » (Svendborg) فـوق « فان » (Fyn) حيث يمر الشتاء عليه هناك وتجرى عليه التحسينات والتعديلات اللازمة . لم يكن من الممكن انجاز هذه الرحلة في يوم واحد ومن ثم فقد أعددنا أنفسنا بالمؤن لعملية طويلة الأجل .

أقلعنـــا مع اشراقة الشمس من كوبنهـــاجن حيث كانت الرياح الهادئة القادمة من شمال الغرب والســـماء الصافية مدعاة لتفاؤلنـا

ولقد استطعنا بسرعة المرور بالحافة الجنوبية لجزيرة «آماجر» (Amager) وشق طريقنا خلال « خليج كيوجى » (Kjogebucht) متجهين ناحية جنوب الغرب • بعد بضعة ساعات ظهرت على البعد القبة العالية « ستيفينز ــ كلينت » (Stevns-Klint) وما أن وصلنا اليها حتى سكنت الريح بشكل غريب • لقد بدا لنا أننا لم نعد نتحرك فوق الماء الهادىء • وبعد ساعة أو ساعتين من الحديث حول مغامرات القطب الشمالى الحزينة بدأ ينفد صبرنا ولم يقطع صمتنا المفاجىء الا صوت « ستيفينز » موجها حديثة « لبيروم » •

ستيفنز : « اذا استمر حال الرياح هكذا ، فان مئونتنا سوف تنتهى قريبا ، ويجب علينا الآن أن نضرب النرد لنرى من منا سيأكل الآخر أولا » •

لكن بيروم سرعان ما تقدم بزجاجة من الجعة الى ستيفينز قائلا :

بيروم : « اننى لم أعرف أنك تحتاج باستمرار هكذا الى تقوية معنوية ولكن لعل الزجاجة تكون كافية للحصول على ساعة أخرى من الهدوء » •

ولكن التغير المفاجىء حدث أسرع مما كنا نتوقع فهبت الريح الشديدة فى اتجاه جنوب الشرق وكست السماء السحب الداكنة ثم هبطت قطرات المياه الكبيرة بازدياد مضطرد مما أجبرنا على ارتداء الملابس الصناعية التى لا ينفذ منها الماء • ولم تمض برهة قصيرة حتى كنا نصارع عاصفة هوجاء أثناء مرورنا بالمضيق بين جزيرة زيالاند (Sjilland) وموين (Moen) دارت معها مركبنا مرات عديدة واستمر عناؤنا بعد ذلك حتى أصابنا الارهاق الشديد بعد قضاء ساعة أو ساعتين تحت الأمطار الغزيرة • لم أحس فى نهاية هذه العاصفة الا بالألم الشديد الذى أصاب يدى المتورمتين من العمل فى جذب الحبال السميكة • لكن ستيفينز قد تبسم قائلا : « نعم ، لم أكن أعرف أن هذا المجرى المائى الضيق سيودى للأسف بقبطاننا ! ولكننا خرجنا للنزهة ولا يجب علينا أخذ كل هذا مأخذا جادا » •

استمر نيلز فى العمل بشجاعة معنا أثناء كل المناورات التى قمنا بها وقد كنت متعجبا ، كم من القوة الجسمية مازال يحتفظ بها !

وصلنا مع حلول الليل الى « الشتورشتروم » (Storstrom) وهو شارع مائى واسع بين جزيرتى زيلاند (Sjalland) « وفالستر » (Falster) حيث بدأت رحلتنا ــ بعد سكون الرياح والأمطار ــ تعود الى الهدوء الذى استهلت به • عندئذ استطعنا أخيرا الاستلقاء

للاستجمام واستئناف الحديث مرة أخرى ، بينما هبط بعض أفـــراد الفريق الى الكابينة السفلية للاستغراق فى النوم العميق ·

جلس ستيفينز أمام الدفة ونيلز الى جواره لمتابعة البوصلة وكان على النظر الى الأمام بحثا عن فنارات السفن التى قد تصبح فى لحظـــة ما خطرا علينا · بدأت محاورتنا بتعليق من ستيفينز الذى قال متمتما ·

ستيفينز : « نعم ، عن طريق فنارات السفن يمكننا درء خطر اصطدامنا بها · ولكن لو أن هناك حوتا مختفيا فى هـــذه المنطقة لاصطدمنا به حتميا ، وذلك لأن الحيتان لا يملكون فنارات ولا تعلو مقدماتهم الألوان الحمراء كما أن مؤخراتهم لا يكسوها اللون الأخضر ·

هايزنبرج ، هل ترى حوتا هناك ؟ » ·

هينزنبرج : « اننى لا أكاد أرى سوى حيتان ، ولكن أخمن أن أغلبهـــا يتشكل على هيئة موجات كبيرة » ·

شيفينز : « علينا أن نأمل هذا · ولكن ترى ما الذى يحدث اذا تصادمنا مع حوت ؟ عندئذ سيحصل كل من الحوت والمركب على ثقب · ولكن هنا يكمن الفرق بين المادة الحية والمادة الميتة · ان ثقب الحوت سوف يلتئم ذاتيا ، بينما سيظل مركبنا محطما · وربمـــا سيتحتم علينا اصلاحه عندما نصل الى قاع البحر » ·

بوهر : « ان التفرقة بين المادة الحية والميتة ليست سهلة هكذا · انه لمن الحقيقى أن الحوت تؤثر فيه قوة تخليقية تعنى بعد كل جـــرح بشفائه مرة أخرى ، وأن هذه القوة تكمن بطريقة لا نعرفها فى بنائه البيولوجى · بيد أن السفينة لا تعتبر شيئا ميتا تماما ؛ انها فقط تتصرف ازاءنا هكذا ، مثـــل الشبكة للعنكبوت والعش للطائر ، ··· الخ · ان قوة التخليق هنا تنبع من الانســـان ، وبالمثل فان عملية تصليح القارب تشبه عملية شفاء الحوت · وذلك لأنه لو لم يحدد كائن حى — فى هذه الحالة الانســـان — هيئة المركب ، لما أصلح المركب أبدا · غير أن الفارق المهم فعـــلا هنا هو بالطبع أن قوة التخليق هذه تنبعث من وعى الانسان » ·

هيزنبرج : « لدى حديثك عن قوة التخليق ، هل كنت تعنى بهذا شيئا مختلفا تماما عن الفيزياء والكيمياء الحالية ، ومختلفا عن الفيزياء الذرية الحالية ، أم أردت أن تقول انه من الممكن التعبير عن قوة التخليق هذه من خلال تراكمات ذرية ومن خلال « التأثير المتبادل » (Wechsel wirkung) بينهما أو أى نوع من « تأثيرات الرنين » (Resonaze Hekte) أو ما شابه ذلك ؟ » ·

بوهر : « أولا يجب علينا ادراك أن أى عضو حى (Organismus) له صفة من الكلية (Genzheit) ، ومثل هذه الصفة لا يمكن أن يأخذها أى « نظام » مكون من لبنات ذرية كثيرة وفقا للفيزياء الكلاسيكية . ولكن الموضـــوع لا يقع الآن تحت الفيـــزياء الكلاسيكية ، بل ميكانيكا الكم . وبالطبع فاننا نحاول اجراء مقارنة بين التركيبات الكلية التى نستطيع تمثيلها رياضيا فى نظـــرية الكم ، مثـــل المستويات الثابتة للذرات والجزيئات وبين التركيبات الكلية التى تظهر كنتيجة للعمليات البيولوجية ، ولكن هنا يوجد فـــارق مميز حقـــا . ان التركيبـــات الكليـــة للفيزياء الذرية ، الذرة ، الجزىء والبللورة ، هى عبـــارة عن تكوينـــات ســـاكنة . (Statische Gebilde) كل منهـــا يتكون من عـــدد من « المكونات الأولية » ، أى نواة الذرة والاليكترونات . وهذه المكونات لا تظهر تغييرا بالنسبة للزمن ما لم يؤثر فيها اضطرابا خارجيا . واذا وقع مثل هـــذا الاضطراب فانها تتأثر به ، ثم تعود ــ اذا لم يكن الاضطراب كبيرا ــ الى حالتها الأولى عندما يخف هذا الاضطراب . بيد أن الأعضاء الحية ليست تكوينات ساكنة . ان المقارنة القديمة بين الكائن الحى والشعلة تبين تماما أن الأعضـــاء الحيـــة تعتبر « شكلا » ــ مثل الشعلة ــ من خلاله تتدفق المادة على نحو ما . وبالتأكيد فانه لن يكون ممكنا فى المستقبل تحديد ــ عن طريق القياس مثلا ــ أى الذرات تنتمى الى كائن حى وأيها ليست كذلك . واذن فان السؤال لابد وأن يكون : هل يمكن فهم نزعة بنـــاء مثل هذه التكوينات التى تتدفق من خلالها المادة طول الوقت والتى تملك خواص كيميائية محددة ومعقدة عن طريق ميكانيكا الكم ؟ » .

شيفيتز : « ان الطبيب لا يحتاج بالطبع الى الاهتمام باجابة مثل هذا السؤال قطعيا . انه يفترض أن العضو الحى يملك النزعة الى اعادة بنـــاء حالته العادية عنـــدما يضطرب طالما أعطينـــاه امكانية ذلك ؛ والطبيب مقتنع فى نفس الوقت أن الأحداث تقع وفقا لمبدأ العلة ؛ وهذا يعنى أن نتاج أى تدخل ميكانيكى أو كيمائى يتفق تماما مع ما يجب أن يحدث وفقا لقوانين الفيزياء والكيمياء . بيد أن ما لا يدركه معظم الأطباء هو حقيقة أن هاتين الطريقتين فى الوصف لا تتلاءمان أبدا من الناحية الواقعية » .

بوهر : « اننا هنا نقف أمام حالة نموذجية لطريقتى وصف تكميليتين . فنحن نستطيع الحديث عن الأعضاء الحية اما باستخدام المصطلحات التى تكونت على مر السنين عن طريق التعـــامل مع الكائنـــات

الحية ، وعندئذ نتحدث عما هو « حى » (Lebendig) وعن « دالـة عضو ما » (Funktion enies Organs) وعن « تبـادل المـادة » (Stoff wechsel)··· الخ ؛ (Heilung sprozess) وعن «عملية الشفاء» واما بالسؤال عن « السير السببى » (Kansal Ablauf) لها وعندئذ تستخدم لغة الفيزياء والكيمياء ، كما يحدث فى دراسة العمليات الكيميائية والاليكترونية مثـلا فى حالـة الاتصالات العصبية (Nervenicitung) · وفى هذه الحالة فاننا نفترض ، بنجاح كبير كما هو معروف أن القوانين الفيزيائية والكيميائية ، أو ـ بطريقة أعم ـ قوانين ميكانيكا الكم ، سارية المفعول فى الأعضاء الحيـة أيضـا · ان هاتين الطريقتين للوصـف تتناقض كل منهمـا مع الأخرى ، وذلك لأننا نفترض فى الحالة الأولى أن الحدث يتحدد عن طريق الغرض الذى يخدمه ، أى من خلال الهدف الذى يتجه اليه · أما فى الحالة الأخرى فاننا نعتقد أن الموقف الماضى مباشرة يتحدد عن طريق الحدث السابق مباشرة · وبالطبع فانه يبـدو من المستحيل أن هذين المنطلقين قـد يؤديان صدفـة الى نفس النتيجة · بيد أن طريقتى الوصف تكملان كل منهمـا الأخرى أيضا ؛ وذلك لاننا فى الواقع نعرف تماما أن كل منهما صحيحة والدليل على ذلك هو وجود الحياة · ان السؤال الذى يطرح نفسه فى البيولوجيا اذن ليس أى طريقتى الوصف تعتبر صحيحة ولكن فقط كيف استطاعت الطبيعـة أن تؤدى الى أنهمـا تتلاءمان سـويا » ·

هيزنبرج : « انك لا تعتقد اذن أنه يوجد الى جوار القوى والأفعـال المتبادلة المعروفة الآن فى الفيزياء الذرية نوع من القوة الحيوية المميزة ، كمـا كنـا نفترض قديما عن « القـدرة الحيوية » (Vitalismus) التى تعتبـر مسـئولة عن التصـرف المميز للأعضاء الحية ، مثل التئام جرح الحوت · بل بالأحرى فانك تعتبر أن المجال قد فتح أمام « المطابقات القانونية البيولوجية » ، التى لا يوجد مثيل لها فى المواد الغير عضوية ، وذلك من خلال الموقف الذى يمكن وصفه وفقا لمبدأ التكميلية » ·

بوهر : « نعم ، اننى أوافق على هذا · بل انه يمكننا أيضا الجزم بأن طريقتى الوصف اللتين تحدثنـا عنهمـا ، يستندان على موقفين مشاهدين تكميليين · ومن ناحية المبدأ فاننا ربما نستطيع قياس مكان كل ذرة فى خلية ما ، ولكن من غير الممكن التفكير فى أن مثل هذا القياس سيتيسر لنا دون قتل الخلية الحية أثناء ذلك · واذن

فان ما سوف نعرفه فى النهاية هو ترتيب الذرة فى خلية ميتة وليس فى خلية حية • وعندما نستخدم ميكانيكا الكم بعد ذلك فى حساب ما يحدث لترتيبات الذرات التى حصلنا عليها بواسطة المشاهدة ، فان الاجابة ستكون ، أن الخلية ستتحلل أو ستفسد أو أى شيء من هذا القبيل • أما اذا أردنا على العكس حفظ الخلية على قيد الحياة ومن ثم السماح فقط بمشاهدة محدودة للغاية للتركيب الذرى ، فان المقولات التى سنحصل عليها بناء على هذه النتائج المحدودة ستظل صحيحة أيضا ، ولكنها لن تسمح لنا باتخاذ قرار حول ما اذا كانت الخلية ستظل حية أم أنها ستموت » •

هيزنبرج : « ان هذا العزل للمطابقات القانونية البيولوجية عن المطابقات الفيزيائية والكيميائية بواسطة مبدأ التكميلية يبدو منطقيا تماما • بيد أن ما قلته أنت يدع فرصة للاختبار بين تفسيرين يعتبران بالنسبة لكثير من العلماء الطبيعيين مختلفين جذريا • ولكن دعنا الآن نفترض للحظات موقفا مستقبليا للعلوم الطبيعية • تكون فيه البيولوجيا مختلفة مع الفيزياء والكيمياء كما هو الحال اليوم فى ميكانيكا الكم حيث الفيزياء والكيمياء مختلفتان تماما • هل تعتقد أن القوانين الطبيعية فى هذا الموقف الكلى ستكون ببساطة قوانين ميكانيكا الكم ، التى سيعطيها الانسان مضامين بيولوجية ، تماما كلما أعطى قوانين ميكانيكا نيوتن مضامين احصائية مثل درجة الحرارة والاينتروبس (Entropie) أم أنك تعنى أنه ستسرى فى هذه العلوم الأشمل قوانين طبيعية أشمل ، تظهر فيها قوانين ميكانيكا الكم كحالة خاصة ، كما هو الحال الآن فى ميكانيكا نيوتن التى يمكن اعتبارها حالة خاصة لميكانيكا الكم ؟ بالنسبة للزعم الأول فان ما يعضده هو أنه يتحتم علينا اضافة مصطلحات «التطور التاريخى» ـ أى «الانتقاء» (Selektion) الى قوانين ميكانيكا الكم ، وذلك لتفسير العدد الكبير من الأعضاء الحية المختلفة • انه لا يوجد سبب للاعتقاد بأن عملية اضافة العنصر التاريخى هذه ستكون مصحوبة بصعوبات مبدئية • عندئذ ستكون الأعضاء الحية عبارة عن أشكال مارستها الطبيعة على مرور بلايين السنين فوق الأرض فى اطار قوانين ميكانيكا الكم • بيد أن هناك أيضا حججا كثيرة تعضد الرأى الآخر • فمثلا يمكننا القول بأنه لا يوجد اشارة الى أن هناك نزعة فى نظرية الكم الى بناء مثل هذه الأشكال الكلية ، التى يتم حفظ بقائها لوقت محدود من خلال مادة دائمة التغيير لها خصائص كيميائية محددة • اننى

لا أعرف ما هو وزن الحجج المعضدة لكل من الرأيين ، ولكن ما رأيك أنت فى هذا يا نيلز ؟ » .

بوهر : « أولا ، اننى لا أرى أن القرار حـــول الاحتمالين المختلفين مهم الآن فى المرحلة الحالية للعلم . ان المهم الآن هو أن نجد مكانا لائقا للبيولوجيا أمام الدور المسيطر للمطابقات القانونية الفيزيائية والكيميائية . من أجـل هـذا يكفى التفكير فى مبـدأ التكميلية للمواقف المشاهدة الذى تحدثت عنه فيما سبق . ان عمليـــة استكمال ميكانيكا الكم بواسطة مصطلحات بيولوجية سوف تبدأ على أى حال . أما بصدد ما اذا كان من الضرورى خلال عمليـة الاستكمال هذه توسيع ميكانيكا الكم أيضا ، فان ذلك لا يمكن استنباطه فى الوقت الحالى . وربما تكون كثرة الأشكال الرياضية الموجودة فى نظرية الكم كافية لتمثيل الأشكال البيولوجية أيضا . ولكن طالما أن الأبحاث البيولوجيــة لا تجد سببا لتوسيع الفيزياء النظرية الكمية ، فانه علينا ألا نبحث عن مثل هـــذا التوســع بأنفسنا . ان السياسة الحكيمة فى العلم هى المحافظة بقـــدر الامكان على القوانين الحالية واللجوء الى التوسع فقط تحت اجبار المشاهدات التى لا يمكن تفسيرها » .

هيزنبرج : « ان ثمة بيولوجيين كثيرين يعتقدون أن هذا الاجبار مطروح بالفعل ، انهم يجزمون بأن «نظرية داروين (١) (Darwinsche Theorie) بشكلها الحالى ، أى : « التغييرات المبنية على الصدفة والاختيار من خلال عملية الانتقاء (Zu Fallige Mutationen und Auswahl durch den Selektion proze B تعتبر غير كافية لتفسير الأشكال العضوية المختلفة الموجودة فى الأرض . ولكن بالنسبة للانسان الغير متمرس فى هذا الموضوع يكفيه أن يعرف من البيولوجيين أنه من الممكن أن تطرأ تغييرات عن طريق الصدفة وأن مقدار ما يرثه النوع المناظر يتغير أحيانا فى هذا الاتجاه وأحيانا أخرى فى ذاك ، وأن بعض هذه الأنواع التى تغيرت تفضل من خلال عوامل البيئة فى عملية الانتشار (Fort pflanzung) وبعضها يتــلاشى تماما . وعندما يعلن داروين بهذا الصدد أن الموضوع هنا يتلخص فى عملية الانتقاء وأن المسيطر هنا هو مبدأ « البقاء للأقوى » ، فلعلنا نعتقد فى هذا . ولكن ربما تساءلنا عما اذا كان المقصود بهذه الجملة مقولة معينة أو تعريفا لكلمة

---

(١) Charles Darwin ، باحث انجليزى اهتم بالطبيعيات (١٨٠٩/٢/١٢ — ١٨٨٢/٤/١٩) .

« قوى » • اننا نسمى كل نوع « قوى » أو « ملائم » أو « نشط » اذا نما وازدهر تحت تأثير الظروف المعطاة • ولكن حتى لو سلمنا بأنه خلال عملية الانتقاء هذه تتكون أنواع تعتبر « ملائمة » أو « نشطة » على نحو مميز ، فانه من الصعب الاعتقاد بأن أعضاء معقدة مثل العين تتكون تدريجيا وفقا لهذه التغييرات المبنية على الصدفة فقط • ويبدو أن هناك بيولوجيين كثيرين يرون أن هذا ممكن ، بل انهم كذلك فى موقف يمكنهم من تحديد الخطوات المختلفة فى تاريخ الأرض التى أدت الى هذا التكوين النهائى ، أى العين • ولكن هناك بيولوجيين آخرين يشكون فى ذلك أيضا •

لقد روى لى أحد الأصدقاء عن محاورة قام بها عالم الرياضيات « فون نيومان » (١)(Von Neumann)ـ الذى كان على دراية ممتازة بنظرية الكم ـ مع أحد العلماء البيولوجيين حول هذه القضية • لقد كان البيولوجى مقتنعا تماما بمبدأ الداروينية المعاصرة (moderne Darwinismus) ، بينما كان فون نيومان متشككا فيه • وفى احدى اللحظات قاد الرياضى البيولوجى الى نافذة حجرته قائلا : « هل ترى هذا البيت الجميل فوق التل ؟ لقد وجد هناك بمحض الصدفة • فعلى مر ملايين السنين تكون التل خلال عمليات جيولوجية مختلفة ، ثم نبت الأشجار هناك ثم تعفنت وتحللت ثم نمت مرة أخرى ثم بعد ذلك غطت الرياح قمة التل بالرمل ، ثم أتت الأحجار فوق التل ، ربما خلال عملية بركانية ، ومن خلال الصدفة أيضا انتظمت الأحجار فوق بعضها ، وهكذا تم كل شىء • وبالطبع لقد تكونت على مر تاريخ الأرض وخلال كل هذه العمليات المبنية على الصدفة ، والغير منتظمة غالبا ، أشياء أخرى • ولكن فى احدى المرات بعد وقت طويل وجد البيت الريفى ، ثم إنتقل اليه أناس ، وهم يعيشون فيه الآن » •

لم يكن البيولوجى بالطبع سعيدا بهذه الطريقة من الجدل ، ولكن فون نيومان لن يكون بيولوجيا أيضا ، كما أننى لا أستطيع الحكم بينهما أو القطع بأن حجج أحدهما كانت أقوى من حجج الآخر • غير أننى أخمن ، أنه لا يوجد هناك اتفاق بين البيولوجيين حول كفاءة عملية « الانتقاء » الداروينية فى القيام بمفردها بتفسير عملية تكوين الأعضاء الحية المعقدة •

---

(١) Johann von Neumann ، عالم رياضيات مجرى (١٩٠٢/١٢/٢٨ ـ ١٩٥٧/٢/٨)

بوهر : « ان ذلك يعتبر ببساطة سؤالا حول مقياس الزمن (Zeitskala)، ان نظرية داروين فى شكلها الحديث تتضمن مقولتين مستقلتين ؛ تزعم أولاهما أنه أثناء عملية الوراثة تتم دائما عمليـــة تجريب أشكال جديدة يتلاشى أغلبها تحت تأثير الظروف الخارجية لعدم أهمية استعمالها . ويتبقى فقط القليل منها الملائم لهذه الظروف . وبالقطع فان هذه المقولة صحيحة من الناحية الوضعية . غير أنه يفترض من المقولة الثـانية أن الأشكال الجديدة تتكون فقط خـلال اضطرابات مبنيـــة على الصـــدفة فى تركيب « الجينـــات » (Genstruktur) . وفي هذا المبحث الثانى تكمن كل الصعوبات، بالرغم من أنه من الصعب لنا تصور شيء آخر . ان حجة فون نيومان توضح بالطبع أنه ربما يبدو بعد زمن طويل كاف أن كل شيء كان قد تم بالصدفة ، ولكن هذا يؤدى الى مفهوم سخيف للازمنة الطويلة التى لا يمكن ادراكها من الناحية الفعليـــة . ذلك أننا فى النهاية نعرف من المشاهدات الفيزيائية والفلكيـة أنه قد مرت على الأكثر بضع بلايين من السنين منذ وجود الكائنات الحية البدائية . واذن يتحتم وقوع كل التطورات من الكائنـــات الحية البدائية الى الكائنات الراقية فى هذه الفترة الزمنية . ومن ثم فان قضية ما اذا كانت لعبة التغيير المبنى والاختيار أثناء عملية الانتقاء كافية لكى تؤدى فى هذه الفترة الزمنية الى مثل هـــذه التكوينات العضوية الراقية ، تعتمد اذن على الأزمنة البيولوجية التى تلزم لتكوين أنواع جديدة . اننى أخمن أننا لا نعرف حتى الآن سوى القليل جدا عن هذه الأزمنة ، وبالتالى فانه من العسير علينا اعطاء اجابة يمكن الوثوق بها . ومن ثم فان القضية ستظل ملحة لبعض الوقت » .

هيزنبرج : « الحجة الأخرى التى يجب ذكرها هنا ـ على ضرورة توسيع ميكانيكا الكم هى وجود الوعى الانسانى . وممـــا لا شك فيه أن مصطلح « الوعى » (Bewusstein) لا يظهر فى الفيزياء أو الكيمياء كما أننا لا نعرف كيف يمكن ايجاد شيء مماثل فى ميكانيكا الكم . بيد أنه من الواضح أيضا أن أى علم يتناول التكوينات العضـوية الحية لابد وأن يحتل « الوعى » فيه مكانا محددا وذلك لأنه جـــزء من الواقع » .

بوهر : « ان هذه المقولة تبدو مقنعة من النظرة الأولى ؛ وذلك لأننا لا نجد فى مصطلحات الفيزياء والكيمياء ما يتصل ـ حتى ولو من بعيد ـ بالوعى الانسانى الذى نقر بوجوده ، لأننا نملكه بأنفسنا . واذن

فالوعى جزء من الطبيعة ، أو لنقل عموما من الواقع ، ويجب علينا أن نصف بجانب الفيزياء والكيمياء — التى تخضع قوانينها لميكانيكا الكم — مطابقات قانونية أخرى من نوع مختلف تماما كما يجب علينا فهم مثل هذه المطابقات ولكننى لا أعرف هنا ما اذا كنا سنحتاج الى حرية أكثر من تلك المتوفرة فى مبدأ التكميلية • كما أنه يبدو لى أن الفارق ضئيل للغاية بين ما اذا كان علينا أن ندخل — كما هو الحال فى التفسير الاحصائى لعلم الحرارة — مصطلحات جديدة الى ميكانيكا الكم دون تغييرها ، والتعبير من خلال هذه المصطلحات عن المطابقات القانونية الجديدة ، أم أنه من المحتم علينا أن نقوم — كما حدث فى عملية الانتقال من الفيزياء الكلاسيكية الى ميكانيكا الكم — بتوسيع نظرية الكم نفسها الى تعبير أشمل ، وذلك لنتمكن من أخذ « الوعى » فى الاعتبار • ان المشكلة الحقيقية اذن هى : كيف يمكننا ملاءمة الجزء من الواقع الذى يبدأ بالوعى مع الجزء الآخر الذى يوصف بالفيزياء والكيمياء ؟ وكيف يمكن انشاء المطابقات القانونية فى هذين الجزئين بحيث لا يقعان فى نزاع ؟ ان ما نحن بصدده الآن هو موقف حقيقى لمبدأ التكميلية الذى سنتمكن من تحليله بطريقة أدق فى المستقبل عندما تتوسع معارفنا فى علم البيولوجيا » •

هكذا امتدت محاورتنا الى ساعات طويلة ، اهتم أثناءها نيلز بادارة المجداف وأمسك ستيفينز بالبوصلة ، بينما ظللت جالسا فى المقدمة أحدق النظر فى الليل الحالك من أجل اكتشاف نقطة ضوئية واحدة • كان منتصف الليل قد مضى وظهرت خلف السحب الكثيفة أشعة القمر المنتشرة • ربما انقضى منذ مرورنا بالعاصفة أكثر من ٤٠ كم حين اقتربنا من مضيق « أومو » (Omo) الذى نريد عبوره قبل الذهاب الى المرساة • ووفقا للخريطة البحرية فان خط السير الى المضيق يتميز بواسطة عدد من المقشات البارزة من الماء • ولكن أنى لنا رؤية هذه المقشات فى ذلك الليل المظلم بعد تلك الرحلة الطويلة الشاقة ؟

ستيفنز : « هيزنبرج هل رأيت احدى هذه المقشات بعد ؟ » •

هيزنبرج : « لا ، ان سؤالك هذا يشبه السؤال عن كرة البنج التى ضاعت منى أثناء مرور آخر سفينة بنا » •

ستيفنز : « اذن فانت رحال سىء » •

هيزنبرج : لماذا لا تأتى الى المقدمة ، لعلك تفوقنى فى حدة النظر ؟ » •

ستيفينز : « انهـا دائما القصـة التقليدية التى تتكرر فى كل الروايات الرديئة ، حيث ينام القبطان وتصطدم السفينة بشعبة مرجانية ثم يغرق كل الركاب » .

هنا صاح بيروم من مكانه فى بطن المركب .

بيروم : « هل تعرفون على الأقل أين نحن الآن ؟ » .

ستيفنز : « نعم ، تماما ، فوق اليخت شيتا ، تحت قيادة القبطان بيروم الذى أخذه النعاس للأسف » .

عندئذ جاء بيروم الى أعلى المركب وتولى بنفسه القيادة . وعلى البعد استطعنا التعرف على اشارة ضوئية كانت قد وجهت الينا على التو . بعد ذلك قمت بقياس عمق المـاء واستطعنا من الخريطة معرفة أننا نبعد الآن كيلو مترا واحدا من هدفنا . ومن ثم فقد أبحرنا فى الاتجاه المبين فى الخريطة وجاء بيروم بعد ذلك الى مقدمة المركب ثم صاح فجأة « ها هو » . لم يتبق لنا عندئذ سـوى بضـع مئات من الأمتار للدخـول الى مضيق « أومو » .

ذهبنا بعد ذلك الى المرساة على الناحية الأخرى من الجزيرة وقد ملأنا السرور لأننا سنقضى بقية الليل فى نوم هادىء عميق .

١٠ ـ ميكانيكا الكم وفلسفة كانط

(١٩٣٠ ـ ١٩٣٢)

اتسعت دائرة معارفي في ليبزيج في تلك الأيام بطريقة سريعة فانضم اليها عدد كبير من الشبان من كل أنحاء العالم للمساهمة في تطوير ميكانيكا الكم أو في تطبيقها على تركيب المادة · وساعد هؤلاء الفيزيائيون الجدد المتفتحون في اثراء مناقشاتنا في الحلقة العالمية مما أدى الى اتساع المجالات المبنية على الأفكار الجديدة من شهر لآخر · فأسس السويسرى « فيليكس بلوخ » (Felix Bloch)(١) « نظرية الخواص الكهربية للمواد الصلبة » ، وناقش الروسى « لانداو » (٢) (Landau) والألمانى « بييرليز » (Peierls) « المشكلات الرياضية للدينـاميكا الكهرو كمية » وابتدع « فريدريش هوند» (٣) (Friedrich Hund) « نظرية الروابط الكيميائية » ، كما فسر « ادوارد تيلر » (٤) (Edward Teller) « الخصائص الضوئية للجزئيات »· دخل « كارل فريدريش فوز

---

(١) (١٩٠٥/١٠/٢٣ ـ) · ·

(٢) LeW DaWidoWitsch Landau (١٩٠٨/١/٢٢ ـ ١٩٦٨/٤/١) ·

(٣) فيزيائى ألمانى (ولد سنة ١٨٩٦) ·

(٤) فيزيائى مجرى هاجر الى أمريكا (١٩٠٨/١/١٥ ـ) ·

فايتسيكر » (١) (Carl Friedrich von Weizacher) مجموعتنـــــا وهو فى الثامنة عشرة من عمره وأضاف بعدا فلسفيا لمحاوراتنا ، فبالرغم من أنه درس الفيزياء فقد كان واضحا تماما أنه كلما طرحت فى حلقتنا العلمية قضايا فلسفية أو قضايا خاصة بنظرية المعرفة انتبه اليها واسترق السمع لما يقوله الأخرون فيها ثم انبرى للمناقشة بكل أحاسيسه الداخلية ٠

أتيحت لنا الفرصــــة الواســعة للمحاورات الفلسفية بعد سنة أو سنتين من مجيء فون فايتسيكر حين زارت ليبزيج فيلسوفة شابة تدعى « جريتا هيرمان » (Grete Hermann) لمناقشة الفيزيائيين الذريين حــول المزاعم الذرية الفلسفية الذرية التى كانت بالنسبة لها غير مقنعة تماما ٠

درست جريتــا هيرمان ضمن مجموعة الفيلســوف « نيلســون » (Nelson) بجامعة جوتنجين (٢) ثم عملت معه ونمت فى جو أفكار الفلسفة الكانطية كما فسرها فى بداية القرن التاســع عشر الفيلسوف وعالم الطبيعيات « فريس » (٣) (Fries) ٠ وقد كان من ســـمات المدرسة الغربية ، وبالتالى مجموعة الفيلسوف نيلسون ، المبدأ القائل بأن الأفكار الفلسفية لابد وأن تكون لها نفس درجة الصرامة التى تتطلبها الرياضيات الحديثة ٠ وبهذه الدرجة من الصرامة اعتقدت جريتا هيرمان أنها تستطيع اثبات أنه من غير الممكن النيل من « قانون العلة » فى الشكل الذى أعطــاه كانط ٠ بيد أن ميكانيكا الكم الجـديدة قد شككت ــ على نحو ما ــ فى هذا الشكل لقانون العلة ، ومن ثم فقد أصرت الفيلسوفه الشابة على المضى فى هذا الصراع حتى نهايته ٠

فى المحاورة الأولى التى بدأت بينهــا ، وفريدريش فون فايتسيكر وبينى بدأت تقريبا بطرح أفكارها على النحو التالى :

جريتا : « ان قانون العلة فى فلسفة كانط ليس زعما وضعيا يمكن أن يسبب أو يفند عن طريق التجــربة ولكنه بالعكس يعتبر شرطــا (Voraussetzung) لكل التجارب ، انه ينتمى الى طبقات التفكير التى أطلق عليها كانط اسم « أسبقيات » (Priori) ٠ ان الانطباعات الحسية التى نتعرف بهــا على العــالم تصــبح فقط لعبة ذاتيــة (Subjectiv Spiel) من الأحاسيس التى لا يناظرها أى موضوع ، اذا لم تكن هناك قاعدة تتم وفقا لها الانطباعات الناتجة من حدث سابق ٠

(١) فيزيائى ألمانى (١٩١٢/٦/٢٨ ــ) ٠

(٢) Jakob Friedrich Fries فيلسوف ألمانى (١٨٨٢/٧/١١ ــ ١٩٢٧/١٠/٢٩)

(٣) Jakob Friedrich Fries فيلسوف ألمانى (١٧٧٣/٨/٢٣ ــ ١٨٤٣/٨/١٠)

ان هــذه القاعدة ، التي نعنى بها الربط الواضح بين « العلة » (Ursache) و « الفعل » (Wirkung) ، لابد وأن نفرضــها اذا أردنا جعل الادراك « موضوعيا » ، أى اذا زعمنا بأننا قد عرفنا « شـــيئا » (Ding) أو « حدثــا » (Vorgang) مــا . ومن ناحية أخرى فان العلم يدور حول التجارب ، وبالتحديد حول تجارب موضوعية . ومن المعروف أننــا نستطيع وصف التجارب التى يمكن أن يتحكم فيها الآخرون بأنهــا موضوعية ومن ثم فهى تشكل موضوعا علميا . ومن هنا ينتج أيضا أن كل علم لابد وأن يستند على قانون العلة ، وأنه يمكن فقط وجود علم بقدر ما يوجد قانون العلة . واذن فان قانون العلة هو أداة تفكيرنا التى نحول بها تصنيع المادة الخاصة لانطباعاتنا الحسية على هيئة تجارب . وفقط بنفس القدر الذى ننجح فى هذا فاننا نملك أيضا موضوعا للعالم . واذن كيف يمكن لميكانيكا الكم أن تخــل بقانون العلة وفى نفس الوقت تريد أن تظل علما ؟ » .

هيزنبرج : «لنفرض أننا نريد دراسة ذرة واحدة من «ذرات الراديوم ب» (Radium B) ؛ بالطبع فانه من السهل اجراء تجــارب عمليــة بواسطة عدد كبير من مثل هذه الذرات وذلك باســتخدام كميــة صغيرة من هذا العنصر أكثر من اجراء تجارب على ذرة واحدة ، ولكن من ناحية المبدأ فانه لايوجد عائق أمامنا ازاء بحثنا لتعرف كل ذرة من هذا العنصر . بعد ذلك فاننــا نعرف أن ذرة الراديــوم (ب) ستشــع اليكترونا فى وقت ما فى اتجــاه ما وتتحول بذلك الى « ذرة راديوم ت » (Radium C) ، وفى المعدل يحدث ذلك بعد حوالى نصف ساعة ولكن من الجائز أن يتم هذا التحول فى ثوان أو بعد أيام .

وكلمة معدل هنــــا تعنى ، اذا كنــا نلاحظ عددا كبيرا من « ذرات الراديوم ب » فان نصف الكمية الملاحظة سوف يتحول بعد نصف ساعة الى « راديوم ت » ولكننا ــ وهذا تعبير عن قصور قانون العلة ــ لانستطيع أن نعطى ســببا ــ اذا اعتبرنا ذرة واحدة من « راديوم ب » ــ لكون الاليكترون قد انطلق فى هذا الاتجاه وليس فى اتجاه آخــر ولكون الذرة قد تحللت الآن وليس بعد أو قبل ذلك . كما أن هناك أسبابا كثيرة تدعونا للاعتقاد بأن مثل هذه العلة غير موجودة اطلاقا » .

جريتا : « حتما فان خطأ الفيزياء الذرية الحالية يكمن فى هذه النقطة .

ان واقعة أننا لانجد علة لنتيجة معينة لاتحتم استنتاج أنه لاتوجد علة بالفعل بل ان علينا أن نستنتج عندئذ أن هناك قضية لم تحل بعد ، وهذا يعنى أنه على الفيزياء الذرية أن تستمر فى البحث عن العلة حتى نجـــدها • ان المعـرفة التى توصلت اليها فى حالة « ذرة الراديوم ب » بخصوص اشعاع الاليكترون هى اذن غير كاملة ، وذلك لأنه لابد أن يكو نالانسان قادرا على تحديد اللحظة والاتجاه اللذين سيشع فيهما الاليكترون • ومن ثم يجب علينـا الاستمرار فى البحث حتى الوصول الى المعرفة كاملة » •

هيزنبرج : « لا ، اننا نحن الفيزيائيين نعتبر هذه المعرفة كاملة • وذلك لاننـــا قد استنتجنا من خـــلال تجـــارب أخـــرى أجريت على « ذرة الراديوم ب » أنه لا يمكن أن توجد قطع تحديد لهذه الذرة غير تلك التى نعرفها • ودعينى أوضح ذلك أكثر : اننا قد استنتجنا أننا لا نعرف الاتجاه الذى سيشع فيه الاليكترون ، وقد قلت أنت أنه لابد اذن من البحث عن قطع تحديد أخرى نستطيع بها تحديد هذا الاتجاه • ولكن لنفرض أننـا قد وجدنا قطع التحديد هذه ، عندئذ سوف نواجه الصعوبات الآتية: من المعروف أننا نستطيع النظر الى الاليكترون المرسل «كموجة مادية» تشع من نواة الذرة • مثل هذه الموجة تؤدى الى «ظواهر التداخل» (١) (Interferenzerscheinungen) ولنفرض أيضـــا أن أجـزاء الموجة التى ســـوف تشـع أولا من نواة الذرة فى الاتجاهات المضادة قد مرت على جهاز تداخل أعد لهذا الغرض وأننا رأينا نتيجة لذلك منطقة سوداء فى الجهاز • ومعنى هذا أننا سنستطيع التنبؤ تماما بأن الاليكترون سوف لا يشـع بالتأكيد فى هـذا الاتجاه • أما اذا تعرفنا على قطع تحـديد جديدة يمكن الاستنتاج منها أن الاليكترون سوف يشع أولا من النواة فى اتجاه محدد للغاية فان ظاهرة التداخل لن توجد على الاطلاق ولن تظهر المنطقة الســوداء فى الجهـــاز ، وبذلك تكون النتيجة التى استنتجناها سابقا باطلة • ولكن من الناحية الواقعية فاننا نرى بالفعل المناطق السوداء هذه ، ومعنى ذلك أن الطبيعة تخبرنا اذن أن قطع التحديد ــ التى لم نتفق عليها ــ لاتوجد بالفعل وأن معرفتنا تعتبر كاملة دون الحاجة الى قطع تحديد جديدة » •

---

(١) عند تداخل موجتين ضوئيتين تعمل احداهما على تقوية الاضاءة فى بعض الأماكن التى تسرى فيها الاخرى وعلى ضعف الاضاءة فى الأماكن الأخرى • واذا كانت الموجتان متساويتين ومتضادتين فى الاتجاه تظهر منطقة سوداء فقط واذا كانتا فى اتجاه واحـــد تضاعفت شدة الاضاءة •

جرينا : « ولكن هذا مفزع للغاية • انك تقول – من ناحية ما – ان معرفتنا لذرة الراديوم (ب) ليست كاملة ، وذلك لأننا لانعرف متى وفى أى اتجاه سيشع الاليكترون ، ومن ناحية أخرى فانك تقول ان معرفتنا كاملة وذلك لأنه اذا تواجدت قطع تحديد أخرى فاننا سنقع فى تناقض مع تجارب أخرى • ولكن معرفتنا لايمكن أن تكون كاملة وليست كاملة فى نفس الوقت ! ان هذا بكل بساطة هراء بحت » • عندئذ تدخل كارل فريدريش وبدأ تحليل فرضيات فلسفة كانط بطريقة أدق •

كارل : « ان التناقض الظاهرى المطروح هنا ، مصدره اننا نتصرف فيما نقول كما لو كنا نستطيع الحديث عن ذرة الراديوم (ب) « بذاتها » • وهذا لايمكن التسليم به بل انه ليس صحيحا • حتى عند كانط . فان مصطلح « الشىء بذاته (Das Dingansich) » يعتبر مصطلحا معقدا • ان كانط يعترف بأننا لانستطيع الحديث عن « الشىء بذاته » وأن ما هو معطى لنا هو فقط « موضوعات الادراك » • ولكن كانط يفترض أننا نستطيع ربط أو تنظيم موضوعات الادراك هذه وفقا لطراز « الشىء بذاته » • انه يفترض اذن أن كل تركيب للتجربة يعتبر أسبقية (Priori) معطاة ، اعتدنا عليها فى حياتنا اليومية التى تبنى بشكلها المحدد أسس الفيزياء الكلاسيكية • ان الكون يتكون وفقا لهذا الرأى من « أشياء (Dinge) » فى الفضاء ، تتغير بالنسبة للزمن ، أى من أحداث تتوالى وفقا لقاعدة معينة • ولكننا قد تعلمنا فى الفيزياء الذرية أن ادراكاتنا لا يمكن ربطها أو تنظيمها وفقا لطراز « الشىء بذاته » ، ومن ثم فانه لاتوجد ذرة راديوم (ب) بذاتها » •

جرينا : « ان الطريقة التى تستخدم بها مصطلح « الشىء بذاته » تبدو غير متفقة تماما مع روح الفلسفة الكانطية • انه ليتحتم عليك التفرقة بكل حدة بين الشىء بذاته والموضوع الفيزيائى • ان الشىء بذاته لايصير قطعيا – وفقا لكانط – محل ظهور حتى ولو بطريقة غير مباشرة • كما أن أهمية هذا المصطلح فى العلم وفى كل الفلسفة النظرية تتلخص فقط فى وصف «مالا يمكن معرفة شىء عنه اطلاقا» • وذلك لأن كل معرفتنا تستند على التجربة ، والتجربة معناها معرفة الأشياء كما تبدو لنا • حتى « المعرفة كأسبقية » لاتعول على « الأشياء كما يمكن أن تكون بذاتها » ، وذلك لأن أهميتها الوحيدة هى جعل الخبرة ممكنة • وعندما تتحدث – بناء على الفيزياء الكلاسيكية – عن ذرة الراديوم (ب) « بذاتها » فانك تعنى بذلك

تقريبا ما يطلق عليه كانط « الموضوع (hegenstand) » أو « الشيء Objekt) » • وتعتبر الموضـوعات مثل كرسي ، منضدة ، نجوم ، ذرات ، ••• الخ ، أجزاء من عالم الظواهر » •

كارل : « حتى وان لم نرها اطلاقا ، مثل الذرات ؟ » •

جريتا : « نعم ، حتى وان لم نرها ، وذلك لأننا نفصلها عن الظهـور ، ان عالم الظهور يعد وصلات مترابطـة وانه من غير الممكن ــ حتى بالنسبة للادراكات اليومية ــ التفرقة تماما بين ما نراه مباشرة وبين ما نكتشفه ، انك ترى هذا المقعد الآن ، ولكنك لاترى ظهره ، بيد أنك تفترض بنفس الثقة وجـود الناحيـة الأخرى من المقعد • تماما كمـا ترى الناحية الأماميـة الآن • ان ذلك يعنى أن العلم موضوعى ، وهو موضـوعى لأنه لايتحدث عن ادراكات بـل عن موضوعات » •

كارل : « ولكننا فى الذرة لانرى الناحية الأمامية ولا الناحية الخلفية ، فلماذا اذن تعطيها نفس الصفات التى يأخذها الكرسى والمنضدة ؟ »

جريتا : « لأنها موضوع ، وبدون موضـوعات لايوجد علم موضوعى • وماهية الموضوعات محددة عن طريق « المرتبات » (Kateyorien) « الجوهر » (Substanz) • « والعلة » (Kausalitat) ، •• الخ • واذا تغاضيت عن التطبيق الحرفى لهذه المرتبات فانك تتغاضى بذلك عن امكانية التجربة قطعيا » •

كارل : « ان ما نريده فى نظرية الكم هو جعل الادراكات ــ التى لم يكن من الممكن لكانط أن يعرفهـا ــ موضوعية • ونحن نقر بأن كل ادراك يستند على « موقف مشاهدة » (Beobachtungs situation) يجب أن يحدد ، اذا كنا نريد أن نكتسب تجربة معينة نتيجة هذا الادراك • كما أننا نقر فى نظرية الكم أن نتيجة الادراك لايمكن أن تصبح موضوعية كما كان الحال فى الفيزياء الكلاسيكية ، فاذا تم اجراء تجربة فى لحظة ما وأمكننا فيها اسـتنتاج أن هناك ذرة راديوم ب توجد فى هذه اللحظة ، فان المعرفة المستنبطة هنا تكون كاملة بالنسبة «للموقف المشاهد »(Beobachtungs situation) ولكنها بالنسبة «لموقف مشاهد(Beobachtungs situation) آخر ، الذى يسمح بمقولات حول اليكترون مرسل ، تعتبر معرفة غير كاملة • واذا تواجد موقفان مشاهدان بحيث ان العلاقة بينهما تتحدد وفقا لمبدأ التكميلية لبوهر ، فانه أى معرفة كاملة لأحد الموقفين تكون عندئذ معرفة غير كاملة للموقف الآخر » •

جريتا : « انك تريد بهذا تحطيم كل مبدأ « تحليل التجربة » (Analyse der Erfahrung) لكانط ؟! » .

كارل : « لا ، اننى اعتقد أن ذلك غير ممكن . لقد لاحظ كانط بكل دقة كيف تتم عملية اكتساب التجربة ، وانني لأعتقد أن تحليله صحيح من الناحية الجوهرية . ولكن عندما يصف كانط الأشكال الظاهرية « للحيز » و « الزمان » ومرتبات مبدأ العلة « كأسبقية » للتجربة ، فانه يقع في خطر اعتبار وزعم أن هذه الأشكال مطلقة ، وأنها لابد وأن تظهر من ناحية المضمون في نفس الشكل في أى نظرية فيزيائية عن الظواهر . ولكن هذا ليس صحيحا كما أثبتت النظرية النسبية ونظرية الكم . وبالرغم من ذلك فقد كان كانط محقا على نحو ما : ان التجارب العملية التى يقوم بها الفيزيائيون لابد أولا وأن توصف بلغة الفيزياء الكلاسيكية وذلك لأنه لايوجد احتمال آخر لابلاغ الفيزيائيين الآخرين بما تم قياسه . وفقط من خلال ذلك يصبح الآخرون في موقف يستطيعون منه التأكد من صحة النتائج ، وبناء على ذلك فانه لايمكن التغلب على « مبدأ الأسبقية » لكانط عن طريق الفيزياء الحديثة ، ولكنه يصبح نسبيا على نحو ما . ان مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية ، وأيضا مصطلحات « الحيز » ، « الزمن » ، و « العلة » تعتبر بهذا المفهوم « أسبقيات » للنظرية النسبية ونظرية الكم ، عندما تستخدم في وصف التجارب العملية أو لنقل — بطريقة حذرة — انها تستخدم فعلا . ولكن من ناحية المضمون فان هذه المصطلحات تأخذ شكلا جديدا في هذه النظريات الجديدة » .

جريتا : « مع كل هذا ، فانني لم أحصل على اجابة واضحة على سؤالى الذى بدأنا به محاورتنا ، لقد أردت أن أعرف لماذا لانحاول هناك حيث لم نجد بعد العلة اللازمة للتنبؤ بحدث ما ، مثل اشعاع اليكترون معين ، الاستمرار في البحث عن هذه العلة . انك بالقطع لاتريد تحريم مثل هذا البحث ؟! ، ولكنك تقول ان هذا البحث يؤدى الى لا شىء ، وذلك لأنه لاتوجد قطع تحديدية أخرى ولأن اللا تحديدية — التى يمكن التعبير عنها رياضيا بطريقة دقيقة — تعطينا حافزا للقيام بتجارب أخرى تحت شروط معينة . كما أنك تقول ان التجارب قد أثبتت هذا أيضا . وعندما تتحدث هكذا فانه يبدو وكأن « مبدأ اللا تحديدية » يعتبر « حقيقة فيزيائية » ، أى انه يأخذ « صفة موضوعية » ، بينما عادة يفسر مبدأ اللا تحديدية ببساطة على أنه تعبير عن اللا معرفة ومن ثم فهو « شىء ذاتى » .

هيزنبرج : « بهذا فانك تكونى قد وصفت تماما الخاصية المميزة لنظرية الكم الحالية ، عندما نريد الوصول الى مطابقات قانونية عن طريق الظواهر الذرية فاننا نستنتج أننا لا نستطيع الربط قانونيا بين « الأحداث الموضـــوعية » فى « الحيز » و « الزمان » ولكن بين « مواقف مشاهدة » مختلفة · وأننا نستطيع فقط الحصول على مطابقات قانونية لهذه المواقف · ان الرموز الرياضية التى نصف بها مواقف المشاهدة هذه تمثل بطريقة أقرب « المحتمل » وكأنه « واقع » · وربما يمكننا القول أنها تمثل شيئا بيتيا بين «المحتمل» و « الواقع » ، الذى يمكن اعتباره على الأكثر موضـــوعيا بنفس الطريقة التى تعتبر بها درجة الحرارة فى علم الحرارة الاحصائى · ان هذه المعرفة المحددة لما هو محتمل تسمح ببعض المقولات المؤكدة والمحددة ، بينما هى فى العـادة تسـمح فقط باسـتنتاجات عن احتمـالات لنتائج مستقبليـة · ولم يكن كانط يستطيع التنبؤ بأنه لم يعد ممكنا فى مجـالات التجربة ، البعيدة عن خبراتنـا اليومية ،تنفيذ نظام من الادراكات وفقا لنموذج « الشيء بذاته » . أو اذا أردت « الموضوع » (Gegenstand) ، وأن الذرات اذن ـ وذلك للتعبير بطريقة أيسر ـ ليست بعد « أشياء » (Dinge) أو « موضوعات » (Gegenstande) ·

جريتا : « ولكن ترى ماهى اذن ؟ »

هيزنبرج : « انه لمن المستحيل اعطاء تعبير لغوى لهذا ، وذلك لأن لغتنا قد بنيت على أساس تجاربنـــا اليومية ، بينما الذرات ليست موضوعات (Gegenstande) لتجاربنا اليومية · ولكن ـ اذا كنت تســعدين بالتعبيرات المحورة : فان الذرات هى الأجزاء المكونة للمواقف المشاهدة ، أى الأجزاء المكونة التى تملك قيمة توضيحية عالية بالنسبة للتحليل الفيزيائى للظواهر التكرارية .» ·

كارل : « اذا كنا الآن بصدد الحديث عن صعوبات التعبيرات اللغوية ، فربما يكون الدرس الأهم الذى يمكن تعلمه من الفيزياء الحديثة هو أن كل المصطلحات التى نستطيع بها وصف تجاربنا اليومية لها فقط مجالات محدودة من التطبيقات ، وبواسـطة مصطلحات مثل « الشيء (Ding) » ، « موضوع الادراك (objekt der Wahrnehmung) » ، « اللحظة الزمنية Zeitpunkt » ، « التـــلازم الزمنى Gleichzeitigkeit) » ، « التمـــدد (Ausdehnung) » ، ··· الخ ، فاننا نستطيع توضيح المواقف

التجريبية التى أدت الى صعوبات مع هذه المصطلحات • ان هذا لايعنى أن هذه المصطلحات تعتبر أيضا فرضية لكل التجارب ، ولكنه يعنى أننا بصدد فرضية يتحتم علينا تحليلها نقديا ولا يمكننا منها استخلاص مطابقات قانونية مطلقة » •

لقـد كانت جريتا هيرمان مبتئسة للغـاية بهذا التطور فى محاورتنا التى استهدفت منها استعمال أدوات التفكير فى فلسفة كانط فى تفنيـد ادعاءات الفيزيائيين الذرين بكل حـدة أو على العكس اثبات أن كانط قد قام فى موضع من مواضع مبدئه بخطأ فكرى فادح • بيد أن محاورتنا قد بدت وكأنها قد أدت الى نتيجة متعادلة لا لون لها وأن رغبتها فى تحقيق وضوح للرؤية قد باءت بالفشل ؛ ولذلك فقد سألت مرة أخرى •

جريتا : « ألا تعنى عمثية « الوصف النسبى » (relativierung) لمبدأ « الأسبقية » لكانط بل للغة نفسها ببساطة احباط مطلق مضمونه • « (اننـا نقر بأننا لا نستطيع أن نعرف) » ؟ • ألا توجـد اذن أرضية للمعرفة نستطيع الوقوف بثبات فوقها ؟ » •

كارل : « عندما نقـول أن كانط قد حلل بطريقة صحيحة عن طريق مبدأ « الأسبقية » موقف المعرفة فى العلم آنذاك وأننا نقف فى الفيزياء الذرية الحاليـة أمام موقف معرفة جديد ، فاننا بذلك نعتبر أن هذه المقولة لها علاقة بقول أن قانون الرافعة « لأرشميدس» (Archimedes) (١) قد تضمن التعبير الصحيح عن القواعد العملية اللازم للتكنولوجيا فى ذلك الحين ، ولكن هذا القانون لم يعد كافيا للتكنولوجيا الحالية ــ مثل التكنولوجيا الاليكترونية ، وبالرغم من ذلك فقانون الرافعة لأرشميدس قد تضمن معرفة حقيقية وليس فقط رأيا غير محدد • وانه سيظل سارى المفعول فى كل زمان وحيثما يدور الحديث عن الروافع • وحتى اذا وجدت رافعة ما فوق كوكب من كواكب أى نظام نجمى بعيد ، فانه لابد وأن يظل قانون أرشميدس هناك كامل الصحة أيضـا • غير أن الجزء الثـانى من مقولتى ، وهـو أن البشرية تلح على توسـيع معرفتها فى مجالات التكنولوجيا التى لم يعد مصطلح الرافعة فيها كافيا ، فان ذلك لايعنى أننا قد حولنا قانون الرافعة الى قانون نسبى أو اننا تغاضينا عن القانون كلية ؛ بل انه يعنى فقط أن هذا القانون قد أصبح فى

(١) أحد علماء الرياضيات والفيزياء الاغريق البارعين (٢١٦ قبل الميلاد) •

التطور التاريخي جزءا من نظام أشمل من التكنولوجيا وأن الأهمية الكبرى لم تعد تتركز على هذا القانون كما كان الحال عند البدء . بنفس الطريقة فانني أعتقد أن تحليل كانط للمعرفة يتضمن معرفة حقيقية وليس فقط رأيا غير محدد وأنه سيظل صحيحا في كل مكان حيثما وجدت كائنات حية تستطيع اظهـــار انعكاساتها ، والارتباط مع بيئتها بعلاقة معينة أو بما نطلق عليــه من جانبنا كبشر اسم « خبرة » . ولكن من الممكن أيضـــا أن يفقد مبـدأ « الأسبقية » لكانط أهميته الكبرى في المستقبل ويصبح جزءا من تحليل أشمل لعمليات المعرفة . انه لمن الخطأ جدا في هذا المقام الرغبة في تمييع المعارف العلميـة أو الفلسفية بنـــاء على القول « كل زمان له حقائقه » ، ولكن يجب علينا أن نعـرف أن تركيب الفكر الانساني يتغير بالتطور التاريخي . ان التقدم العلمي لايكتمل فقط من خلال أن حقائق جديدة تصبح معروفة ومفهومة لنا ، ولكن بأننا نتعلم دائما ما يمكن أن تعنيه كلمة «فهم» » .

بهذه الاجابة التي تنبع جزئيا من أقوال بوهر بدت جريتا هيرمان راضية بعض الشيء واجتاحنا نحن الشعور بأننا قد فهمنا بطريقة أحسن العلاقة بين فلسفة كانط والعلوم الطبيعية الحديثة .

١١ ـ مناقشة حول اللغة

(١٩٣٣)

لقد اقترب العصر الذهبي للفيزياء الذرية سريعــا من نهايته ، فزادت الاضطرابات السياسية في ألمانيا وبدأت مجموعات من الراديكاليين من اليمين واليسار تتظاهر في الشوارع وتتصارع بالأسلحة في الأحواش الخلفية للأحياء الفقيرة وتتشاجر بشدة في الاجتماعات العلنية . ولقد انتشرت بطريقة غريبة الاضطرابات في كل مكان وانتشر معها الخوف حتى في الحيــاة الجامعية وفي الاجتماعات المختلفة بالكليــات . وحاولت من جانبي لوقت طويل تلافي الخطر المحيط بي والتغاضي عن الظهــور في الشوارع . ولكن الواقع في النهاية كان أقوى بالقطع من كل رغباتنا ومن الغريب أنه اقتحم شعوري هذه المرة على شكل حلم مبهم .

في صباح يوم أحد تواعدت مع كارل فريدريش على الذهاب مبكرا في رحلة بالدراجات ، ومن ثم فقد ضبطت منبهي على الســاعة الخامسة صباحا . ولكن قبل أن أستيقظ بلحظات قليلة ظهرت لي صورة غريبة . لقد خرجت مرة أخرى كما حدث في ربيع ١٩١٩ مع اشراقة الشمس الى « شارع لودفيج » . كان الشارع مليئا بالضــوء الأحمر الرهيب يشتد بياضه شيئا فشيئا وكأنه نار موقدة أكثــر مما هو اشراقة صــباح . جماعات كبيرة من البشر يسيرون رافعين الأعلام الحمراء والأعــلام ذات

الألوان الحمراء - البيضاء - الســوداء مارين بقوس النصر متجهين الى المنبع الرائع أمام الجامعة ، والجو كله ملىء بالضجيج والصخب • فجأة بدأ مدفع يطرق بشدة بالقرب منى • عندئذ حاولت النجاة بنفسى بان قفزت بعيدا ثم استيقظت فجأة ، ولم تكن طرقات المدفع سوى دقات المنبه والضوء الأحمر كن أشعة الشمس المشرقة الساقطة على ستائر حجرة نومى ولكننى عرفت منذ هذه اللحظة أن الموقف سيتأزم مرة أخرى •

لقد تلت الكارثة فى عام ١٩٣٣ مرة أخرى أجازة جميلة مع الأصدقاء القدماء ظلت لفترة طويلة مضيئة فى ذاكرتنا وذلك لأنها كانت وداعا جميلا ولكن مؤلما من « العصر الذهبى » •

لقد كانت هناك عشة للتزحلق على الجليد تقع تحت تصرفى فوق التــلال عند أعالى قرية « بايريشتيل » (Bayrischzell) وبالتحديد فوق جبل الآلم (Alm) المنحدر فى جنوب « الترايتين » (Traithen) الأكبر • أعاد بناء هذه العشة منذ زمن طويل أصدقائى فى حركة الشبيبة بعد أن حطم الهطيل الجليدى الجزء الأكبر منهـــا ، حيث قام والد أحد الرفاق بالتبرع بالخشب اللازم وبمعدات النجارة ونقل الفــلاح الذى يملك العشة معدات البنــاء فى الصيف الى أعالى الآلم (Alm) ، وقد استطاع الأصدقاء اعادة بناء السقف فى أيام الخريف المشمسة ثم قاموا بتصليح نوافذها ونصب خيمة فى وسطها • وقد سمح أصحاب العشة لنا باستخدامها فى الشتاء بانتظام كمكان للنوم أثناء رحلاتنا للتزحلق على الجليد فوق الآلم ومن ثم فقد قررت دعوة نيلز بوهر وابنه كريستيان وفيليكس بلوخ وكارل فريدريش للتزحلق هناك أثناء أجازة عيد الفصح لعام ١٩٣٣ ، كانت خطة نيلز وكريستيان وفيليكس تقضى المجىء من سالزبرج (Saltzburg) ـ حيث أنجز نيلز بعض واجباته ـ الى « أوبراو دورف » (Oberaudorf) ومن هنــاك الصعود الى الآلم ، وصلنا كارل فريدريش وأنا الى العشة قبل موعدنا بيومين وذلك لتنظيفها وتنظيمها واحضار المواد الغذائية اللازمة التى كنا قد اشتريناها قبل بضعة أسابيع وخزناها بصناديقها فى منزل برونشـــتاين « برونشتاين هاوس » (Brunsteinheus) وبالتالى فلم يكن أمامنا سوى حملها الى عشة الآلم فى ساعة واحدة • عندما أردنا القيام بذلك ظهرت لنا بعض الصعوبات • ففى الليلة الأولى التى قضيناها هناك لم يتوقف سـقوط الجليد أو عصف الرياح الشديدة للحظة واحدة ، واستطعنا فى الصباح تمهيد الطريق أمام بابها بعد مجهود جم • وعندما قمنا بشـق طريق

خلال الثلج المتراكم لما يقرب من متر الى البرونشتاين هاوس لم تكن نهاية سقوط الجليد قد أتت بعد وبدأنا ندرك خطر الهيكل الجليدى ٠ اتصلت تليفونيا من البرونشتاين هاوس بنيلز من سالزبرج وأخبرته بالوضع فوق الجبل كما وعدته بأننا سنحضر فى اليوم التالى الى محطة السكك الحديدية في أوبراودورف لاستقباله ٠ لكن نيلز أخبرنى أن ذلك ليس ضروريا وأنهم يريدون أن يحضروا الى العشـــة مباشرة بالتاكسى من أوبراودورف ٠ واذن فقد بدأت أوضح له أن هذا التصـــور غير قابل للتحقيق وبالتالى فقد اتفقنا على المقابلة ٠ فى الليلة الثانية استمر سقوط الجليد وفى الصباح كانت العشة قد دفنت تماما تحت الثلج ، ولم يعد هناك أثر لكل ما قمنا به فى اليوم السابق ٠ ولكن السماء كانت صافية تماما وأصبح من الممكن رؤية المنطقة المحيطة بنا وبالتالى تحاشى الأماكن المهددة بالهطيل الجليـدى ٠ استطعنا ، كارل فريدريش وأنا ، تمهيد الطريق مرة أخرى الى البرونشتاين هاوس ومن هناك أمكننا بلا صعوبات شق طريق الى الاوبراو دورف وذلك لاستـعمال الممر الممهد للصعود مع ضيوفنا وقد أملنا أن يستمر الحال هكذا حتى عودتنا جميعا الى العشة ٠

عندما وقفنا ظهرا أمام القطار المنتظر في أوبراودورف لم يكن هناك أثر لنيلز وكريستيان وفيليكس ولكن خرجت من احدى العربات أمتعة كثيرة ومعدات للتزحلق تكاد تشـــبه أمتعة ضيوفنا ٠ بعد ذلك أخطرنا ناظر المحطة أن أصحاب الأمتعة قد تركوا القطار فى احدى المحطات لتناول القهـــوة ولم يلحقوا به قبل رحيله وأنهم سيصلون فى القطـــار القادم من الساعة الرابعة مساء ٠ لقد انصب قلقى عندئذ على أننا لن نستطيع قطع الجزء الأكبر من الطريق الى العشة تحت تلك الظروف القاسية خصوصا وان حل الظلام علينا ، ولم يكن أمامنا ــ كارل فريدريش وأنا ــ سوى العمل على فصل الأجزاء الغير مهمة من الأمتعة والانتظار حتى الساعة الرابعة وصل القطار المنتظر فى الوقت المحدد تماما ومعه ضيوفنـــا وقد أخبرت نيلز على الفور أن أمامنا مغامرة كبرى لقطع الطريق الى العشة ، ما لم يكن الجليد قد سقط بكثافة كبيرة وجعل البدء فى المغامرة مستحيلا ان لم نقم من جديد بشق طريق من العشـــة الى المحطة ، لكن نيلز أجـــاب متفكرا « ان هذا لغريب حقا ، لقد كنت أعتقد أن المرتفع الجبلى شىء علينـــا أن نبدأه من أسفله » ٠ أدت هذه الملاحظة الى بعض التعليقات الأخرى ٠ فذكرت من جانبى أن النـــاس فى أمـــريكا يقـــومون أحيـــانا بما يسمى « بالتسـلق العكسى للجبـــال عنـــد زيارة « الجراند كانيـــون » (Grand Canyon) ، فهنـــاك تنقلهم القطـــارات الى ارتفـــاع ٢٠٠٠ متـــر عند حافة مساحة صحراوية حيث تبـــدأ رحلة الهبوط سيرا الى نهر

« كولورادو » (Colorado-River) ولكن عليهم بعد ذلك أن يصعدوا مسافة الألفى متر للوصول الى القطارات مرة أخرى • بيد أن هذا يدعى « كانيون » (Canyon) وليس مرتفعا جبليا • استطعنا عن طريق هذه الأحاديث احراز تقدم خلال الساعتين الأولتين • ولكن كان علينا أن نحسب ست أو سبع ساعات لقطع الطريق كله الذى يحتاج فى الأيام العادية الى ساعتين أو ثلاث • ظللت سائرا فى مقدمة الركب يلينى نيلز ثم كارل فريدريش — الذى تولى عملية اضاءة الطريق — ثم كريستيان ثم فيليكس. وقد كان من السهل علينا اكتشاف أثر الطريق الذى قمنا بشقه فى الصباح • ولكن الجليد كان مرتفعا فى المناطق التى لم تحط بها التلال • لقد كانت الساعة تقترب من العاشرة حين أبلغت رفاقنا بأننا نحتاج الى نصف ساعة أو ساعة للوصول الى البرونشتاين هاوس مررنا بعد ذلك فوق منحدر هاو وبعد لحظات وقع شىء غريب فقد شعرت فجأة وكأننى أعوم لم أعد أستطيع التحكم فى حركاتى وأحسست أن هناك خطرا يحيط بى من كل جانب ولم أعد قادرا على التنفس • لحسن الحظ تمكنت من البقاء برأسى فوق كتل الجليد الهاجمة بشدة وتيسر لى فى ثوان التخلص منها بذراعى • ألقيت بالنظر الى الخلف حيث كان الظلام حالكا ولم أستطع رؤية أى من الأصدقاء • ناديت بصوت عال « نيلز » ولكن لم يكن هناك من مجيب ، لقد فزعت لدرجة الموت حين تخيلت أنهم قد دفنوا جميعا تحت الهطيل الجليدى ، بعد أن خلصت معدات التزحلق من الثلج المنهمر اكتشفت بعيدا فوق المنحدر ضوءا خافتا وعليه فقد صحت بصوت مرتفع وجاءتنى على الفور اجابة من كارل فريدريش • عندئذ أصبت بالاغماء نظرا لتوهمى أننى قد هبطت مسافة طويلة مع الهطيل ولكن سرعان ما تأكدت أن كل الأصدقاء لم يصبهم الهطيل وأن المسافة بيننا قصيرة بعض الشىء •

وصلنا الى البرونشتاين هاوس وقررنا عدم المخاطرة فى قطع الطريق الى العشة ، وبالتالى أمضينا ليلتنا الأولى فى المبيت وفى الصباح استطعنا شق طريق خلال كتل الثلج المتراكمة تحت سماء قاتمة الزرقة الى عشتنا فوق الآلم : لم نستطع القيام فى هذا اليوم برحلات استكشافية وذلك للتعب الشديد الذى ألم بنا من أثر السير والذعر الذى سببه لنا الهطيل الجليدى •

جلسنا بعد ذلك فوق سطح العشة — بعد أن أخليناه من الجليد — تحت الشمس الساطعة وبدأنا نتحدث حول كل ما هو جديد فى الفيزياء الذرية •

لقد أحضر نيلز معه صورة فوتوغرافية لمنظر أخذ داخل غرفة ضباب

في جامعة كاليفورنيا ، التي صارت على التو موضع اهتمامنا وموضوع مناقشاتنا الحامية ، كانت الصورة تتناول مشكلة سلط الضوء عليها بول ديراك في العام السابق من خلال بحث له حول النظرية النسبية للاليكترونات ، في هذه النظرية ، التي عضدتها الآن التجارب العملية بطريقة ممتازة ، كان يتحتم ـ بناء على أسس رياضيه ـ استنتاج أنه يوجد الى جوار الاليكترون سالب الشحنة نوع آخر من الجسيمات موجبة الشحنة • لقد حاول ديراك مطابقة هذا الجسيم الافتراضي مع البروتون (Proton) ، أي نواة ذرة الهيدروجين ، ولكن الفيزيائيين الآخرين لم يكونوا سعداء لهذا ، وذلك لأنه أمكن اثبات أن كتلة الجسيم موجب الشحنة مساوية تماما لكتلة الاليكترون ، بينما البروتون يعتبر أثقل من الاليكترون ألفي مرة • أضف الى ذلك أن الجسيمات الافتراضية لها تصرف مختلف تماما عن المادة العادية • ان كل منها يصطدم باليكترون عادي ويتحول الى اشعاع ، وبالتالي فاننا نشير الى الجسيمات التي تلعب هذا الدور باسم « المادة المضادة (Antimaterie) » • والآن أظهر لنا نيلز صورة أخذت في غرفة ضباب يمكن منها استنتاج وجود مثل هذه « الجسيمات الضدية Antiteilchen » • رأينا في الصورة أثرا لقطرة ماء تكونت خلال جسيم آت من أعلى ، الجسيم ثقب لوحا من الرصاص وترك أثرا على الجانب الآخر منها • لقد كانت غرفة الضباب موضوعة في مجال مغناطيسي قوي مما أدى الى انحناء مسار الجسيم وناظرت كثافة قطرات الماء في المسار الكثافة المنتظرة في حالة الاليكترون ، ولكن اتجاه الانحناء أكد أن شحنة الجسيم موجبة ، اذا كان الجسيم قد أتى فعلا من أعلى • ولكن الفرض الأخير قد تأكد لكون الانحناء في نصف الغرفة الذي يعلو اللوح أقل منه في نصفها الذي يقع أسفله ، مما يعنى أن الجسيمات قد فقدت جزءا من سرعتها خلال مرورها في اللوح • •

ناقشنا جميعا لوقت طويل مدى حتمية سلسلة الاستنباطات السابقة وكاد واضحا لنا جميعا أننا بصدد نتيجة ذات وقع كبير في علم الذرة • وبعد أن دار حديث طويل حول احتمالات مصادر الخطأ التجريبي سألت نيلز •

هيزنبرج : « أليس من الغريب حقا أننا في كل هذه المناقشة لم نتحدث مرة واحدة عن نظرية الكم ؟ اننا نتصرف هكذا كما لو كان الجسيم المشحون كهربيا يعتبر شيئا (Ding) مثل قطرة الزيت المشحونة أو «كرات الهولوندرمارك »(١) في الأجهزة العتيقة • اننا نطبق دون

---

(١) كرات معدنية تستخدم لدراسة توزيع الشحن وقوى الجذب والتنافر في الأجسام ذات الشحنات المختلفة •

حذر مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية كما لو كنا لم نسمع عن حدود هذه المصطلحات وعن علاقات اللاتحديدية ، الا تعتقد أن الخطأ يكمن فى هذا » •

بوهر : « لا ، بالتأكيد لا • انه ليعتبر جزءا من تكوين أى تجربة عملية ، اننا نستطيع وصف ما نراه بمصطلحات الفيزياء الكلاسيكية ، وفى ذلك أيضا تكمن تناقضات نظرية الكم • ذلك أننا من ناحية نبنى القوانين ـ التى تختلف عن قوانين الفيزياء الكلاسيكية ـ ومن ناحية أخرى فاننا نستخدم عند موضع المشاهدة ، أى هناك حيث نقيس أو تصور فوتوغرافيا ، المصطلحات الكلاسيكية بدون تدبر • ويتحتم علينا هذا لأننا نعتمد على اللغة فى اخبار الأفراد الآخرين بنتائجنا • ان أى جهاز قياسى يعتبر كذلك فقط عندما نستطيع من خلال النتائج المشاهدة بواسطته الوصول الى استنتاج واضح حول الظاهرة التكرارية المشاهدة وعندما يمكننا فرض علاقة سببية لهذه الظاهرة بطريقة محددة تماما • ولكن طالما أننا نريد وصف ظاهرة تكرارية ذرية نظريا ، فانه يتحتم علينا فى موضع ما أخذ خطوة بين الظاهرة التكرارية وبين المشاهد أو الجهاز الذى يستخدمه • ان موضع هذه الخطوة يمكن اختياره بطرق مختلفة ولكننا لابد وأن نطبق لغة الفيزياء الكلاسيكية على جانب المشاهدة ، وذلك لأننا لانملك لغة أخرى يمكن التعبير بها عن نتائجنا • ومع أننا نعرف ، الآن أن مصطلحات هذه اللغة ليست دقيقة وأن مجال تطبيقاتها محدود ، الا اننا سنظل معتمدين تماما على هذه اللغة • وفى النهاية فاننا نستطيع بها قطعيا ادراك الظواهر التكرارية ولو بطريقة غير مباشرة » •

فيليكس : « أليس لنا أن نتصور ، أنه عندما نفهم نظرية الكم بطريقة أفضل ، فاننا سنستطيع التغاضى عن المصطلحات الكلاسيكية والحديث عن الظواهر الذرية بلغة جديدة مكتسبة ؟ » •

بوهر : ان هذه ليست مشكلتنا • فوظيفة العلم الأساسية هى مشاهدة الظواهر التكرارية واخبار الآخرين بنتائجها وذلك كى يتمكنوا من التحكم فيها • وفقط عندما نتفق حول ما يحدث موضوعيا أو ما يتكرر حدوثه دائما يكون لدينا أساس « للفهم » • وكل عملية المشاهدة والاخبار تتم فعلا من خلال مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية • ان غرفة لضباب تعتبر جهازا قياسيا ، وهذا يعنى أننا نستطيع من

هذه الصــورة الفوتوغرافية استنتاج أن هنــاك جسيما ذا شــحنة موجبة ؛ له ـ عدا ذلك ـ كل خواص الاليكترون ، قد مر خــلال الغرفة • وللوصول الى هذا الاستنتاج يتحتم علينا أن نثق فى أن الجهاز قد أنشىء بطريقة صحيحة وأنه كان مثبتا تماما فوق المنضدة وكذلك أن آلة التصوير كانت ثابتة وأنه لم يكن من الممكن حدوث انحياز أثناء عملية التصــوير وأن العدسات كانت مباورة بطريقة صحيحة ، ••• الخ ، وهذا يعنى أننا يجب أن نكون واثقين أن كل الشروط اللازمة ـ وفقا للفيزياء الكلاسيكية ـ للحصول على نتائج يمــكن الوثوق بهــا كانت متوفرة • انه ليعتبر جزءا من الفروض الأساسية لعلمنا أننا نستطيع الحديث عن قياساتنا بلغة لها نفس تركيب لغتنا التى نستعملها فى حياتنا اليومية • لقد تعلمنا أن هذه اللغة تعتبر فقط أداة غير كاملة كى نشق طريقنا وكى نتفاهم سويا ، ولكنها هى نفسها تعتبر الفرض الأساسى لعلمنا » •

بينما كنا نجلس فوق سطح العشــة نستمتع بالشمس ونتبادل أفكارنا الفيزيائية والفلسفية قام كريستيان برحلة استكشافية صغيرة للمنطقة المحيطة بالآلم وأحضر معه بعدها نصف مروحة مهشمة ، يبدو أن أصدقائى قد قاموا ببنائها أثناء اقامتهم السابقة بالعشة وذلك لمعرفة مدى قوة واتجاه الريح أو ربما فقط لأن شكلها كان مثيرا ، بالطبع فقد قررنا على الفور بناء مروحة جديدة أحسن منها : حاولنا نيلز وفيليكس وأنا قطع هيكل مناسب من الخشب المخصص للمطبخ • وبينما شغلنا ، فيليكس وأنا ، فى بناء هيكل مثالى من ناحية الدنياميكا الهوائية على شكل رفاص ، فقد ركز نيلز على قطع الجناحين كمستويين مناسبين متعامدين يسهل ضبطهما ـ من قطعة خشب مربعة الشكل • وفى النهاية ثبت لنــا أن رفاصاتنا المثالية لم تكن دقيقة من الناحية الميكانيكية وأنها لم تدر بطريقة حسنة بينما كانت مروحة نيلز متوازنة فى كل التفاصيل • فقد تمت عملية تثقيب العمود المركزى الذى يجب أن تدور حــوله العجلة بطريقة محكمة بحيث اننا اعترفنا فى الحال بأن مروحة نيلز هى الأفضل • وفى الواقع فقد دارت مروحته على الفور بسهولة وسرعة ملحوظتين • غير أن نيلز علق على المحاولتين الأخريين قائلا « نعم ، يبدو أن السادة طموحون للغاية » • ولكن فى الحقيقة كان هو الذى يفوقنا طموحا بالنسبة للعمل اليدوى الدقيق وقد كان هذا يتفق تماما مع موقفه من الفيزياء الكلاسيكية قضينا المساء فى لعب البوكر ، وبالرغــم من وجــود جراموفون وبعض الاسطوانات القديمــة فى العشــة ، فقــد كانت رغبتنا فى ســماع الموسيقى ضئيلة للغاية • تميزت الطريقة التى لعبنــا به البوكر بعض

الشيء عن الطراز المعتـاد ، فقد كنا نعلن بصـوت عال عن الكروت التي يجب علينا بناء مراهناتنا على أساسـها وقد أدى ذلك الى المغالاة التى تعتمد على مدى ثقتنا فى هذه الكروت المعلن عنها • بالطبع فقد كان ذلك مبررا لبوهر للتفلسف حول معنى اللغة •

بوهر : « انه لمن الواضـح اننـا نستخدم هنا اللغة بطريقة مختلفة عن العلم • وبالطبع فاننا لا نحاول تمثيل الواقع بل اخفائه • ولكن كيف يمكننا اخفاء الواقع ؟ ان اللغة تستطيع تكوين تصورات لدى المستمع تقود تصرفاته وتصبح أقوى من ظنونه التى قد يصل اليها بتفكيره الضئيل • ولكن ترى علام نعتمد اذا أردنا انشـاء هذه الصور فى ذهن المشاهد ؟ بالطبع لايمكن أن يتوقف هذا على ارتفاع أصواتنا فقط ، مثل ذلك يعتبر شيئا بدائيا ؛ كما أنه لايعتمد على نوع من التكرار ، كما يفعل الباعة أحيانا ، وذلك لأنه ليس منا من لديه موهبة التكرار ، كما أننا لن نقع تحت تأثيره لو كان أحدنا يمتلكه • ربما تعتمد القدرة على الاقناع بكل بسـاطة على مدى قدرتنا على تصـور مجموعة الكروت التى يوحى كل منا بهـا للآخرين » •

وجدت أفكار نيلز ما يسندها فى اللعب فقد زعم بشدة ذات مرة أنه يمتلك خمس ورقات من نفس اللون ومن ثم فقد ارتفعت رهاناتنا • ولم تمض لحظات حتى أذعن الجـانب الآخر بعد أن تبين له أنه يملك أربع ورقات فقط • وهكذا كسب نيلز كمية كبيرة من الورقات النقدية التى استخدمناها فى اللعب • ولكن عندما كشف نيلز أخيرا عن ورقاته ثبت لنا أن الورقات الخمس ليست من نفس النـوع واذن فقد فشلت كل مغامراتنا • بعد هذا النجاح تذكرت محاورتنا أثناء الرحلة البحرية وبدأت التفكير فى قوة الصور التى أثرت فى فكر الانسان على مر العصور •

اشتدت برودة الجو بسرعة رهيبـة فى تلك الأمسيات فى حقول الجليد المحيطة بعشتنا ، وقد فقد حتى شرابنا اللاذع من « الجروج » (Grog) كل قوته أمام هذا البرد القارس فى مكان سيء التدفئة ، ولذلك فقد تدخل مبكرا بين ثنـايا أجولة نومنا التى توجد فوق أجـولة القش بالعشة • وعندما خيم الهدوء فى المكان بدأت أفكر فى صورة غرفة الضباب التى رأيناها ظهر هذا اليوم مع بوهر فوق سطح العشة • هل يمكن أن يكون الاليكترون الموجب ـ الذى تنبأ به ديراك ـ موجودا بالفعل، واذا كان هـذا صحيحا فمـا هى العـواقب اذن ؟ وكلمـا أمعنت الفكر انتابنى احساس بالاثارة كتلك التى تعترينـا عنـدما يتحتم علينا تغيير

أفكارنا في مواقع أساسية للغاية لقد قمت في العام السابق لذلك يبحث حول تركيب النواة وقد أدى اكتشاف « شادويك » (Chadwich) للنيترون الى فكرة أن النويات تتركب من بروتونات ونيوترونات تتلاحم عن طريق « قوى شديدة » غير معروفة حتى الآن ، وقد بدا ذلك لنا جميعا معقولا للغاية • لكن المشكلة الكبرى تركزت في القول بأنه لا توجد في النويات جسيمات أخرى ، مثل الاليكترونات ، الى جوار البروتونات والنيوترونات • وقد انبرى بعض الأصدقاء في نقد هذا الاقتراح بالقول : « اننا لنستطيع رؤية الاليكترونات تخرج من النواة أثناء تحلل بيتا (Beta-Zerfall) للمواد المشعة » • ولكنني كنت قد تصورت أن النيوترون عبارة عن تركيبة مشتركة من بروتون واليكترون بحيث ان كتلة هذا التكوين (النيوترون) تساوي ـ لأسباب غير معروفة ـ كتلة البروتون • لقد ظهر بعد ذلك أن « القوى الشديدة » المكتشفة والتي تحافظ على وجود النواة لاتتغير من الناحية الوضعية بتبديل البروتون بالنيوترون أو العكس • وقد أمكن تفسير هذا التماثل (Symmetrie) بأن افترضنا أن القوة الشديدة تأتي عن طريق انتقال الاليكترون بين الجسيمين الثقيلين بيد أن هذه الصورة تضمنت خطأين اثنين • أولهما أنه لم يكن واضحا لنا لماذا لاتوجد « قوى شديدة » بين بروتون وآخر أو بين نيوترون وآخر • وثانيهما هو أننا لم نفهم لماذا تظهر هاتان القوتان وكأنهما متساويتان من الناحية الوضعية بدرجة لانهائية من الدقة أضف الى ذلك أنه قد ثبت تجريبيا أن النيوترون يشبه لحد كبير البروتون حتى أنه قد بدا غير معقول اعتبار أحدهما جسيما واحد والآخر يتركب من جسيمين • ولكن الوضع تغير تماما باكتشاف الاليكترون الموجب ، أو ما يسمى « بوزيترون » (Positron) ، الذي تنبأ به ديراك ، وذلك لأنه قد أصبح من الممكن اعتبار أن البروتون يتكون من نيوترون وبوزيترون ومن ثم أمكن تفسير التماثل بين البروتون والنيوترون بكل دقة • ولكن هل هناك مغزى على الاطلاق للقول بأنه توجد اليكترونات أو بوزيترونات داخل النواة ؟ • ألا يمكن أن تتكون هذه الجسيمات من الطاقة كما هو في الحالة العكسية وفقا لنظرية ديراك حيث يتحد اليكترون وبوزيترون سويا ويتحولان الى طاقة اشعاعية ؟ • واذا كانت الطاقة تتحول الى أزواج من اليكترون والبوزيترون وبالعكس ، فهل يمكن على الاطلاق السؤال عن عدد الجسيمات التي تتكون منها نواة ما ؟

لقد كنا نعتقد حتى ذلك الحين في التصور القديم «لديموقريط» (١)

---

(١) مفكر اغريقي ولد عام ٤٦٠ قبل الميلاد •

(Demokrit) الذى يقــول انه « فى البــدء كان الجســيم » ، والذى يفترض أن المادة المرئية تتكون من وحدات صغيرة ؛ وكلمـا فتتنا المادة صغرت هذه الوحدات الى أن نصل الى وحدات غير قابلة للتفتيت أو ما أطلق عليه ديموقريط اسم الذرات والتى أطلقنا عليها ــ بعد أن تحققنا من أن الذرات تتكون من جســيمات أصغر ــ اسم « الجســيمات الأوليــة (Elementarteilchen) » مثـل « بروتون » ، و « اليكترون » • ولكن ربما كانت كل هذه الفلسفة خاطئة ، وربما لاتوجــد مكونات صغرى لايمكن تفتيتها ، أى ربما تكون عملية التفتيت ممكنة باستمرار وفى النهاية لم تعد هناك جســيمات بل أصبحنا نحول الطــاقة الى مادة وأصبحت المكونات تنقسم الى ما هو أكبر منها • واذن ما الذى كان فى البدء ؟ أهو قانون طبيعى ؟ أم علاقات رياضية ؟ ، أم تماثل ؟ • نعم « فى البدء كان التماثل » • لقد بدت لى كل هذه الأفكار مطابقة لفلســفة أفلاطون فى « تيمايوس (Timaios) » ، وهكذا عادت الى ذاكــرتى تلك القراءة التى قمت بها فوق ســطح مقر الحلقة العلمية للرهبـــان فى ميونخ سنة ١٩١٩ •

اذا كان الجسيم الذى ظهر فى صــورة غـرفة الضباب هو حقـا البوزيترون الذى تنبأ به ديراك ، فانه بذلك يكون قد اكتشف أرضا جديدة أخرى ، ولعلنا نرى قريبا ــ ولو بطريقة غير واضحة ــ الخط الذى يجب علينا أن نقطعه فوق هذه الأرض • فى النهاية استغرقت ــ بالرغم من كل هذه الارهاصات ــ فى نوم عميق • فى الصباح التالى كانت السماء صافية مثل اليوم السابق فقمنا بتجهيز معدات التزحلق على الجليد بعد الإفطار مباشرة ورحلنا عن طريق «الهيميلموز ــ آلم» (Himmelmoos-Alm) الى البحيرة الصغيرة عند « الزيون ــ آلم » (Seeon-Alm) ، ومن هناك خلال ممر جبلى فى « تالكيسيل » (Talkessel) خلف « الترايتين » Traithen الكبير ، ثم بالعكس الى قمــة الجبل الذى تقع عليه عشتنا • فوق التل المؤدى من القمة الى جهة الشرق أصبحنا فجأة شاهدى عيان لظاهرة ميترولوجية وضوئية غريبة • لقد نفخت الريــاح الخفيفة الشمالية بسحابة بخارية رقيقة الى أعلى المنحدر فوصلت الى فوق التل وتلألأت بأشعة الشمس الساطعة ، لقد رأينا ظلنا واضحا فوق السحابة ورأينا ظلال رءوسنا محاطة بالنور البراق وكأنها كللت بحلقات ضوئية • أخبرنى نيلز ــ الذى فرح كثيرا لرؤية هذه الظاهرة الغريبة ــ على التو أنه قد سمع قبل ذلك عن هذه الظاهرة الضوئية • وهنا قيل ان النور البراق الذى رأيناه كان المثل الأعلى للرسام القديم الذى صور رءوس القديسين محاطة بالدوائر الضوئية المقدسة • وعندئذ علق نيلز وهو يرمش بعينيه

« ربما كان ذلك هو السبب في أننا نرى الآن الضوء محاطا بظلال رءوسنا» •
أدت هذه الملاحظة بالطبع الى كثير من الصخب والتعبيرات الناقدة الساخرة • ولكننا كنا نرغب في العودة سريعا الى العشة ولذلك بدأنا نتسابق في النزول من المرتفع الجبلي • وبينما كنا فيليكس وأنا في مقدمة السباق واجهتنا لسوء الحظ كميات كبيرة من الهطيل الجليدى ولكننا تمكنا من البقاء فوق السطح والوصول الى عشتنا ـ بعد وقت طويل ـ سالمين •

كان واجبى هو طهى طعام الغذاء ، ولذلك فقد توجهت فورا الى المطبخ ثم جاء نيلز الذى بدت عليه آثار الارهاق الشديد ، بينما قرر الآخرون الاسترخاء فوق سطح العشة تحت أشعة الشمس الدافئة ، بعد لحظات اقتنصت الفرصة لاستطراد الحديث الذى بدأناه فوق التل •

هيزنبرج : « لقد كان تفسيرك للضوء المقدس جميلا حقا ، واننى مستعد لتقبله على الأقل كجزء من الحقيقة • ولكننى لست سعيدا لسبب آخر ، وهو أننى قد زعمت شيئا مختلفا فى خطابات متبادلة بينى وبين أحد الايجابيين (Positivisten) المتحمسين فى مدرسة فينا (Wien) • لقد كنت غاضبا لأن الايجابيين يتصرفون وكأن لكل كلمة معنى محددا جدا لاستعمالها • فأشرت له فى أحد هذه الخطابات الى أننا نفهم عندما نقول « لقد أضاءت الحجرة عندما دخلها فلان أن اللوح الحساس لن يسجل زيادة فى شدة الاضاءة بالحجرة عندما يدخلها • ولكننى دافعت من أجل المعنى الفيزيائى لكلمة « مضيء » ففى هذه الحالة يغنى معناها الذاتى بينما فى الحالة الأولى استخدمناها كنوع من التشبيه • واننى لأعتقد أن تجربة كهذه أدت على نحو ما الى اكتشاف الضوء المقدس » •

بوهر : « بالطبع فاننى أجزم أيضا بهذا التفسير ، وأعتقد أننا متفقون أكثر مما تفكر • قطعا ان اللغة لها تلك الصفة المميزة الهائمة • واننا لانعرف بالضبط ما تعنيه كلمة معينة ، كما أن أهمية ما تقوله تعتمد على الصلة بين الكلمات فى الجملة وعلى الموقف الذى قيلت الجملة بسببه وأيضا على عدد لا ينتهى من الظروف الجانبية التى لانستطيع احصاءها •

لو أنك قرأت ما كتبه الفيلسوف الأمريكى « وليم جيمس (١) » (William James) لوجدت أنه قد وصف هذا الموضوع بطريقة دقيقة

(١) (١٨٤٢/١/١١ ـ ١٩١٠/٨/٢٦) •

ورائعة • انه يبين أنه لدى كل كلمة نسمعها يتكون معنى هام لها فى الجزء المضىء لوعينا ولكن الى جوار ذلك تظهر فى الجزء المعتم معان أخرى وأن هناك يتم التطرق الى اتصالات مع مصطلحات أخرى ويمتد تأثيرها الى أعماق اللاشعور • ان هذا تماما هو ما يتم فى اللغة العادية وهو يتجلى بصورة واضحة في لغة الشعراء ، وهو أيضا يعتبر صحيحا ـ لدرجة معينة ـ فى لغة العلم • لقد علمتنا الطبيعة فى الفيزياء الذرية مثلا كيف أن مجال تطبيق المصطلحات ـ التى بدت قبل ذلك محددة تماما بلا مشاكل ـ يعتبر محدودا للغاية • ولنفكر مثلا هنا فى مصطلحات « كالموضع » و « السرعة » •

ولكن اكتشاف « آرسطو (١) » (Aristoteles) واليونانيين القدماء ، أننا نستطيع جعل اللغة مثالية ومحددة لدرجة كبيرة بحيث يمكننا الوصول الى سلسلة من الاستنتاجات المنطقية ـ كان اكتشافا رائعـــا •

بيد أن مثل هذه اللغة المحددة تعتبر أضيق كثيرا من اللغة العادية ، ومع ذلك فان قيمتها غير محدودة بالنسبة للعلم •

ان ممثلى مبدأ الايجابية كانوا محقين عندما ركزوا على قيمة مثل هذه اللغة وعندما حذروا بكل حزم من الخطر الناجم عندما تصبح اللغة عديمة المضمون وعندما نترك مجال التعبير المنطقى الحاد لها • ولكنهم ربما لم يروا أننا فى العلم نقترب من هذه المثالية ولكننا لا نستطيع مؤكدا الوصول اليها • وذلك لأن اللغة التى نصف بها تجاربنا العلمية تتضمن مصطلحات لا نستطيع تحديد مجالات إستعمالاتها بكل دقة • بالطبع يمكننا القول بأن النسق الرياضى الذى نصور به الطبيعة كفيزيائيين يصل الى هذه الدرجة من الوضوح والحدة المنطقية ولكن المشكلة الكبرى تظهر عندما نقارن هذا النسق الرياضى بالطبيعة ذاتها • وذلك لأننا فى لحظة ما لابد وأن ننتقل من اللغة الرياضية الى اللغة العادية ، اذا أردنا الحديث عن الطبيعة • وهذا بالطبع هو واجب العلم » •

هيزنبرج : « ان نقد الايجابيين موجه قبل كل شىء ضـــد ما يسمى « بالفلسفة المدرسية » (Schulphilosophie) وهنا بالدرجة الأولى ضد علاقة « ما وراء الطبيعة » (Metaphysik) بالقضـــايا الدينية • انهم يقولون بأن الحديث فى هذا الميدان يتعلق بمشاكل زائفة ويمكن اثبات أن هذه المشاكل ليست موجودة اذا حللناها

---

(١) ولد فى عام ٣٨٤ قبل الميلاد •

لغويا بطريقة صحيحة . فما هو رأيك فى مدى صحة هذا النقد ؟ » .

موهر : « بالتأكيد أن مثل هذا النقد يتضمن قدرا كبيرا من الحقيقة ويمكننا أن نتعلم منه الكثير . ان اعتراضى ضد مبدأ الايجابية لا يرجع الى اننى أقل ريبة فى هذا الموضع ولكن – على العكس – لأننى متخوف من أن المحال فى العلم لا يعتبر أفضل كثيرا من الناحية الجوهرية ، وللتعبير عن ذلك بدقة دعنى أقول : فى الدين يتغاضى الانسان منذ البدء عن اعطاء معان واضحة للكلمات ، بينما الانسان فى العلم ينطلق من الأمل – أو من الخيال – بأنه فى يوم من الأيام سيصبح ممكننا اعطاء الكلمات معانى محددة واضحة . ولكن دعنى أكرر أننا يمكننا تعلم الكثير من الايجابيين . مثلا فاننى لا أدرى ما هو المقصود عندما نتحدث عن « مغزى الحياة » (Sinn des Lebens) ان كلمة « مغزى Sinn » تقيم علاقة بين الشىء المقصود مغزاه وشىء آخر مثل « النية » (Absicht) أو « التصور » (Vörstellung) ، أو « الخطة » Plan . ولكننا نقصد الحياة فى الجملة السابقة بمعناها الكلى ، أى العالم الذى نعايشه ، وهنا لا يوجد شىء آخر نستطيع أن نربط أنفسنا به » .

هيزنبرج : « ولكننا نعرف ما الذى نقصده عندما نتحدث عن مغزى الحياة . بالطبع فان هذا المغزى يعتمد علينا نحن . اننا نشير بهذا الى هيكل حياتنا ذاتها الذى نرتبط به مع العلاقة الكبرى ، ربما كان هذا الهيكل عبارة عن صورة فقط ، أو حتى رسم تخطيطى أو اطمئنان لشىء معين ، ولكنه على كل حال شىء نستطيع فهمه جيدا » .

بوهر : « لا ، ان مغزى الحياة يكمن فى أنه ليس هناك مغزى لقول أن الحياة بلا مغزى ، وبالتالى فلا يوجد منطلق ثابت للوصول الى المعرفة هنا » .

هيزنبرج : « ولكن ألست بهذا تعتبر جائرا على اللغة ؟ انك تعرف أن مصطلح « تاو (Tao) » قد احتل المركز الأول فى الفلسفة عند الصينيين القدماء ، وكلمة تاو تترجم دائما بكلمة « مغزى » ولكن الحكماء الصينيين لم يعترضوا ضد الربط بين كلمتى « تاو » و « الحياة » .

بوهر : « عندما تستعمل كلمة « مغزى » بصورة عامة هكذا ، فان الموقف

يصبح مختلفا ، كما أن كلا منا لا يستطيع بالتأكيد الجزم بما تعنيه كلمة « تاو » فى الواقع • ولكن اذا كنا بصـــدد الحديث عن الفلاســـفة الصينيين ، فانني أتذكر خرافة قديمة • تدور حول ثلاثة فلاسفة يجربون جرعة من الخل ـ وربما يجب على أن أذكر هنا أن الخل باللغة الصينية يسمى « ماء الحياة » •

لقد قال الفيلسوف الأول « انه لاذع » ، وقال الثاني «انه مر» • أما الفيلسوف الثالث ـ وهو « لاو ـ تس (١) » (Lao-tse) ـ فقد صاح قائلا « انه مجدد للحياة » •

عندئذ جاء كارل فريدريش الى المطبخ وسأل عما اذا كنت قد انتهيت من اعداد الطعام ولحسن الحظ استطعت الرد عليه بالايجاب وسألته أن يدعو الآخرين وأن يقوموا باحضار الصحون والأدوات الاخرى وعندئذ سيمكننا تناول الطعام على الفور • جلسنا جميعا حول المائدة وتأكد لى أن المثل القديم « الجوع هو الطباخ الأمثل » مازال سارى المفعول • بعد الأكل قمنا بتوزيع الواجبات حيث كان على نيلز غسل الصحون وعلى تنظيف الموقد وعلى الآخرين جمع الحطب وتنظيم المكان ، لقد لاحظ نيلز أن العناية الصحية فى المطبخ كانت ضئيلة للغاية وعندئذ تهكم قائلا : « ان عملية غسل الصحون لتشبه اللغة تماما ـ ان لدينا ماء غير نظيف ومناشف غير نظيفة ومع ذلك فقد نجحنا فى تنظيف الصحون والأكواب • بالمثل فان لدينا فى اللغة مصطلحات غير واضحة ومنطقا مبهما ذا تطبيقات محـــددة ومع ذلك فاننا نستطيع باســـتخدامها الوصـــول الى فهم الطبيعة » •

أصبح الجو غير مستقر فى الأيام التالية التى قمنا فيها بمشروعات مختلفة منها الصعود الى « ترانزيوخ » (Transjoch) والتمرين على التزحلق على الجليد فوق « الاونتربرجر ـ آلم » (Unterberger-Alm) وقد عدنا مرة أخرى الى الحديث حول اللغة عندما حاولنا ، كارل فريدريش وأنا ، فى أحد العصارى التربص لتصوير قطيع من العنزات الألبية كان يبحث عن الطعام فى المنحدر الهاوى « للترايتين » ، ولكن محاولتنا باءت

---

(١) هو أحد الحكماء الصينيين الذين اختلف الناس فى حقيقة وجودهم • وينتسب اليه هذا التأويل الذى مثل فيه هذا الحكيم كشخصية خرافية ولدت من شعاع ضوئى ، وحملته أمه لمدة ٧٢ سنة ثم ولدته تحت شجرة برقوق وأن شعره كان أبيض أثناء ولادته كما أنه استطاع الحديث على الفور وقد اتخذ اسم الشجرة لقبا لعائلته وقام بكتابة كتاب يتكون من ٥٠٠٠ كلمة • ويخمن الناس من هـذا الكتاب أنه قد كتب حوالى ٣٠٠ سنة قبل الميلاد •

بالفشل • لقد تعجبنا لغريزة الحيوانات التى تمكنها من الشعور بأقل اشارة تنم عن وجـــود انسان ، مثل أثر فوق الجليد ، أو انحناء فى الأغصان أو حتى شهقة فى الجو ، واعتبار ذلك مصدرا للخطر ومن ثم اختيار أقصر طريق للهرب • لقد كان ذلك مدعاة لنيلز كى يتأمل الفرق بين الادراك والغريزة :

يوهو : « ربما كان نجاح العنزات فى الهرب يرجع الى أنها لا تستطيع التفكير أو الكلام ، كما يفعل الانسان ، أى لان كل تكوينها العضوى موجه لتوفير الأمان ضد الهجمات فى المناطق الجبلية • ان أى نوع من الحيوانات تتطور فيه ــ بناء على عملية الانتقاء ــ مجموعة محددة من القدرات الجسمية حتى الكمال يستطيع بهـــا اجتياز صراع الحياة ، واذا تغيرت الظروف الخارجية يشده فجأة فانه لا يستطيع التلاؤم معها وعليه فهو ينقرض ويتلاشى • فلو اعتبرنا عالم الأسماك مثلا ، فاننا نلاحظ أن منها من يصـــدر صعقات كهربية لتحذير أعدائه ومنها من له جلد يشـبه تماما المنطقـة المحيطة به فى قاع البحر وذلك كى لا يتمكن أعداؤه من التمييز بينه وبين الأعشـاب والرمال هناك • غير أن الحال فى الانسان يختلف تماما • ان نظامه العصبى الذى يعطيه القدرة على التفكير والكلام هو العضو الذى يمكنه من ادراك عدد من الأحداث فى الزمان والمكان يفوق كثيرا ما يدركه الحيـــوان • انه يستطيع أن يتذكر ما الذى كان ، ويستطيع التنبؤ بما هو محتمل الحدوث • كما أنه يستطيع تصور ما يمكن أن يقع فى مكان بعيد عنه ويستطيع الاستفادة من خبرات الآخرين • ومن ثم فالانسان يعتبر أكثر مرونة وقدرة على التأقلم من الحيوان ، ويمكننا بهذا الصدد استخدام مصطلح « التخصص من أجل المرونة » أو « التأقلم » • بيد أنه يتحتم من خـــلال هذا التطور الأفضل فى التفكير والكلام ، أو عموما : من خلال غزارة الوعى (Intlekt) ، أن تقل القـــدرة على التصرف الغريزى الملائم للغرض •

ومن ثم فان الانسان يعتبر أقل بكثير من الحيوان فى مواضع كثيرة • فهو لا يملك القدرة الفائقة على الاحساس بالجو ولا يستطيع بثقة كاملة الصعود والهبوط فوق المرتفعات الجليدية كما تفعل العنزات الألبية • ولكنه يستطيع تعويض هذا النقص من خلال القدرة على التحليق فى مجال زمانى ومكانى أكبر • ان تكوين اللغة هو الخطوة الحاسمة فى هذا الاتجاه ، وذلك لأن الكلام ــ وبطريقة غير مباشرة التفكير أيضا ــ هو القدرة التى تتميز عن القدرات الجسمية الأخرى

بأنها لا تنمو فى الانسان الفرد ولكن بين الأفراد جميعا • اننا نتعلم الكلام فقط من أناس آخرين • ان اللغة هى الشبكة المنتشرة بين البشر ونحـــن معلقون بأفكارنا واحتمـــالات معارفنا فى هـــذه الشبكة » •

هيزنبرج : « عندما نستمع لما يقوله الايجابيون أو المنطقيون حول اللغة فاننا نحصل على الانطباع أنه يمكن اعتبار وتحليل أشكال واحتمالات التعبيرات اللغوية باستقلال تام عن عملية الانتقاء وعن الأحـــداث البيولوجية الماضية • ولكن اذا قارنا بين الادراك والغريزة ، كما فعلت أنت ، فاننا نستطيع تصـــور أن أشكالا مختلفة تماما من الادراك واللغة قد تكونت فى الأماكن المختلفة من العالم • وفى الواقع فان قواعد النحو للغات المختلفة تعتبر مختلفة كلية • وربما يؤدى الاختلاف فى النحو الى اختلاف فى المنطق أيضا » •

بوهر : « بالطبع يمكن أن توجد بذلك أشكال مختلفة للغات والتفكير ، تماما كما توجد أجناس مختلفـــة أو أنواع مختلفـــة من التركيب الانسانى • ولكن كما أن كل هذه التركيبات قد شيدت وفقا لنفس القانون الطبيعى ولحـــد كبير بنفس الروابط الكيميـــائية ، فان الاحتمالات المختلفة للمنطق لابد وأن تخضـــع لأشكال أســـاسية لا تتكون بفعل الانسان وتنتمى الى الحقيقة باستقلال تام عنا • هذه الأشـــكال تلعب بعد ذلك دورا هاما فى عملية الانتقاء التى تنمى اللغة ولكنها لا تتكون مثلا من خلال هذه العملية بعينها » •

كارل : « لنعد مرة أخرى الى الفرق بين العنزات الألبية وبيننا ، لقد بدا لى ــ من حديثك قبل ذلك ــ وكأنك ترى أن الادراك والغريزة يلغى كل منهما الآخر • هل تعنى أن عملية الانتقاء تؤدى الى نمو واحدة من هاتين القدرتين الى الكمال التام وأنه لا يمكن توقع نمو كلاهما فى نفس الوقت ؟ أو هل تفكر فى علاقة فعلية وفقا لمبدأ التكميلية ، بحيث ان أحد الاحتمالين يلغى الآخر تماما ؟ » •

بوهر : « اننى أعنى فقط أن الطريقتين المحتملتين لاستمرار الوجود فى هذا العالم تختلفان جذريا • ولكن بالطبع فان كثيرا من تصرفاتنا ما زالت تتم وفقا لغريزتنا • ودعنى أسوق هنا المثل الآتى :

اننا عندما نريد الحكم على انسان معين ، نحاول دائما تخمين مدى ذكائه ومدى قدرتنا على الحديث معـــه من خلال منظره الخارجى

او علامات وجهه. وهنا لا تلعب خبرتنا فقط دورا هاما بل وغريزتنا أيضـــا .

أثناء هذا الحديث كان بعضنا يهتم بترتيب العشة ، ولأننا تذكرنا أنه بعد أيام قليلة ستنتهى أجازتنا فقد قام نيلز بحلاقة ذقنه .

لقد كان يشبه الى هذه اللحظة قاطعي الأخشاب النرويجيين العجائز الذى قضى أربعة أسابيع فى الغابات بدون أى وسيلة للتحضر . نظر نيلز الى المرآة متعجبا كيف أنه قد تحول من خلال الحلاقة الى أستاذ للفيزياء مرة أخرى ، ثم قال . « هل تعتقد أن القطة ستبدو ذكية اذا حلقت ذقنها ؟ » .

فى المساء قمنا مرة أخرى بلعب البوكر حيث كانت المزايدة فى المراهنة بالأوراق المزعومة شيئا هاما ومسليا . وهنـا اقترح نيلز التغاضى عن الكروت تماما ، حتى يتمكن كل من فيليكس وكريستيان من الكسب ، بعـد أن قمنا بهـذه المحاولة بدت اللعبـة غير مسلية وهنا علق نيلز قائلا :

بوهر : « ان هذا الاقتراح كان مبالغا في تقدير دور اللغة ، وذلك لأن اللغـة تعتمد على علاقتها بالواقع . فى البوكر المعتاد توجـد فوق المنضدة بعض الكروت ، ولذلك تستخدم اللغة لاستكمال هذا الجزء الحقيقى من الصورة بأكبر قدر ممكن من التفاؤل فوق الاقناع . ولكن عندما ننطلق من اللاواقع فاننا لا نستطيع ايعاز الآخرين بطريقة مقنعة .

عند انتهاء الأجازة رحلنا بأمتعتنا مستخدمين أقصر طريق للهبوط من الناحيـــة الغربية للعشـــة الى الوادى بـــين « باير يشتسيل » (Bayrischzell) و « لاندل » (Landl) . لقد كان يوما مشمسا دافئا وقد تفتحت عند السفح الخالى من الجليد زهيرات الليبر (Leberblumchen) بين الأشجار وامتلأت الحقول بأزهار الربيع الصفراء . وقد استخدمنا فى الانتقال بأمتعتنا الثقيلة حنطورا قديما يعمل عليه حمال مسن .

مرة أخـــرى كنا قد نسينا أننا عائدون الى عالم ملىء بالأحـــداث السياسية المحزنة . لقد كانت السماء صاخبة مثل وجوه كارل فريدريش وكريستيان اللذين ركبا معنا فوق العربة ، وهكذا انطلقنا خلال الربيع البافارى الرائع .

١٢ – الثورة والحياة الجامعية

(١٩٣٣)

عند عودتي في بداية الفصل الدراسي الصيفي لسنة ١٩٣٣ الى معهدي في ليبزيغ كانت معركة الهدم حامية الوطيس • فقد ترك كثيرون من المشتركين في حلقتي العلمية المانيا وأعدت الحفنة الباقية نفسها للهرب • حتى معاوني الممتاز فيليكس بلوخ قرر الهجرة ، وبالطبع فقد بدأت أسأل نفسي ما اذا كان وجودي في ألمانيا يمكن أن يكون له فائدة بالمرة • من بين كل المحاورات التي أجريتها في هذا الوقت الملئ بالتفكير المعذب المؤلم حول ماهية الحل الصحيح ، ما زالت هناك محاورتان تطفوان فوق بحر ذكرياتي اللتين كانتا لهما أثر قوي في اتخاذ قراري • دارت المحاورة الأولى مع طالب نازي كان يزور محاضراتي والأخرى مع ماكس بلانك •

كنت أسكن في ذلك الحين في شقة في الدور العلوي بالمعهد أهم قطع أثاثها هو ذلك البيانو الذي اشتريته من شركة بلوتز في ليبزيغ منذ اللحظة التي انتقلت فيها الى هذه المدينة والذي صار أنيسي في معظم الأمسيات التي قضيتها وحيدا أو مع أصدقائي في اتحاد الموسيقيين • كنت قد شرعت – الى جوار عملي – في تلقي دروس لدى عازف البيانو « هانس بيلتس » (Hans Beltz) في المدرسة العليا للموسيقى •

وقد تطلب ذلك منى استغلال كل أوقات الفراغ ـ خصوصا فسحة الظهر ـ للتمرين على العزف والقيام فى نهاية الأسبوع بعزف « كونشرتو مقام ـ سـ ـــــه » لشومان (١) ٠

فى أحد العصارى نزلت من شقتى بعد التمرين متجها الى المعهد. ولاحظت أن هناك طالبا يجلس فوق عتبة الشباك فى الممر ، كنت قد رأيته فى محاضرتى يرتدى أحيانا ثيابه البنية (٢) ٠ هبط الطالب من مكانه ووقف أمامى حائرا بعض الشىء ثم حيانى بتردد شديد ٠ سألته ما اذا كان يرغب فى مقابلتى ولكنه أجاب على الفور بالنفى ثم استطرد أنه كان يستمع فقط للموسيقى ٠ بعد مرور لحظات أخرى من التردد أحسست أنه قد تشجع وقرر أنه ربما يكون من المستحسن الحديث معى ٠ دعوته بعد ذلك الى حجرتى وما أن جلس على كرسيه حتى بدأ يفرغ ما فى جعبته ٠

الطالب : « اننى أزور محاضراتك وأعرف أننى بذلك أتعلم شيئا مفيدا ، وعدا هذا فانه لا توجد رابطة بيننا ٠ لقد كنت أجلس مرات عديدة للاستماع الى عزفك للموسيقى ، حيث لا أستطيع الاستمتاع بها فى مكان آخر ٠ اننى أعرف أيضـــا أنك كنت منتميا الى حركة الشبيبة التى كنت أنتمى اليها أيضا ٠ ولكنك لا تأتى أبدا لزيارة حفلاتنا الطلابية ، سواء أكانت منظمة بواسطة الطلبة الاشتراكيين القوميين (national sozialistische Studenten) أم شباب هتلر (Hitler jugend) أم بواسطة دوائر أخرى ٠ وأنا شخصيا أتمنى ـ بوصفى قائد الجماعة من شباب هتلر ـ أن أراك بيننا ٠ ولكنك تتصرف كما لو كنت تنتمى الى الدائرة العتيقة من شيوخ الأســاتذة المحافظين الذين يعيشون فقط فى عالم الأمس والذين ينظرون الى ، ألمانيا الحديثة التى تنشأ اليوم وكأنها شىء غريب كريه للغاية ٠ ولكنى لا أكاد أتصــور أن رجلا شــابا مثلك محبا للموسيقى بهذا القدر يمكنه أن يقف متجهم الوجه أمام شبابنا الذى يتصدى لعملية بناء ألمانيا اليوم والذى يأمل فى استكمال بنائها فى الغد ، اننا نحتاج الى كل من هو أكثر منا خبرة لمساعدتنا فى البناء ٠ وربمــا انك تحس بالأسى لأن ثمة أحداثا كريهــة تتوالى كل يوم ولأنه يتم تعقب أناس بريئين بل وطرد الكثيرين الى خارج ألمانيا ٠ ولكن لتثق فى اننى أعتبر مثل هذا الظلم عملا سيئا ، مثلك تماما ؛ واننى متأكد أنه لا يوجد صديق واحد لى يشترك فى

---

(١) Robert Schumman موسيقار المانى (١٨١٠/٦/٨ ـ ١٨٥٦/٧/٢٩) ٠

(٢) الثياب البنية كانت رمزا للحركة النازية ٠

ايقاع هذا الظلم ، ربما لا يستطيع الانسـان فى أى ثورة كبرى تحاشى وقوع بعض التجـاوزات فى الشرارة الأولى لها وانضمام الكثيرين من المرضى بعقدة النقص اليها فى اللحظة التى تحقق فيها أول نجاح لها • ولكن علينا أن نأمل أن يتم كشفهم وعزلهم بعد فترة قصيرة • من أجل ذلك فاننا نحتاج بشدة الى مشاركة كل من يريد البناء على الطريق الصحيح وكل من يستطيع أن يحضر معه الكثير من الأفكار التى كانت منتشرة وحية فى حركة الشبيبة » •

هيزنبرج : « اذا كان الموقف يتعلق بالطلبة الشبان فربما قررت الانضمام اليكم وحاولت من خـلال الخطب والعمل المشترك المساهمة فى سيادة الرأى الأفضل فعلا • ولكن الآن قد تحركت كتل كبيرة من الشعب بحيث ان آراء حفنة من الطلبة والأساتذة لم تعد مهمة بهذا القدر • حتى قادة الثورة استطاعوا تأمين أنفسهم عن طريق احتقار ما يسمى بالمثقفين ضد أن يأخذ الشعب الانذار بالتعقل ـ الذى قد ينبعث من طوائف مختلفة ـ مأخذا جادا • واذن فانه من المحتم على الآن أن أسألك بالعكس من أين تعرف أنك تبنى ألمانيا جديدة ؟ اننى بالقطع لا أستطيع منذ البدء تفنيد حقيقة أن لديك نية حسنة فى القيام بذلك • ولكننى أعرف بالتأكيد أن ألمانيا القديمة قـد تحطمت تماما وأن أنواعا كثيرة من الظلم قد وقعت ، وكل ما عدا ذلك فهو يعتبر حلما بحتا واذن فاذا حاولتم أن تغيروا وتحسنوا هنـاك فقط حيث سادت الأوضـاع الشائنة فاننى لا أرى مانعا شخصيا فى هذا ، ولكن ما يحدث بالفعل هو شىء مختلف تماما • لابد لك أن تفهم أننى لا أستطيع تقديم أى مساعدة حيث يتم تحطيم ألمانيا ، ان هذا بالقطع شىء واضح جدا » •

الطالب : « لا ، انك تظلمنا الآن فعلا • وأنت بالقطع لا ترى أن تزعم بأن مجرد التحسينات الطفيفة يمكن أن تؤدى بنا الى أى شىء • لقد ازداد سوء الأوضاع هنا منذ الحرب الأخيرة من عام الى آخر • ان حقيقة أننا قد خسرنا الحرب وأن الآخرين أكثر منا قوة تعتبر واضحة لنا جميعا وهى تعنى أننـا لابد وأن نتعلم من ذلك شيئا جديدا • ولكن ما الذى حدث منذ ذلك ؟ لقد تم انشاء العلب الليلية والكباريهات وتم الاستهزاء من كل الذين يشـقون ويجاهدون ويقدمون التضحيات • ما هو الداعى لهذا السخف ؟ فلتروحوا عن أنفسكم ، لقد خسرتم الحـرب ، هنا توجد الكحليات والفتيات الحسناوات !! • وفى الاقتصـاد ! لقد تعدى الفساد هنـاك كل حدود يمكن تصورها • وعندما ساءت الأحوال النقدية للحكومة ـ

سواء لالتزامها بتسديد التعويضات أم لا ، الناس قد أصبحوا فقراء ولم تعد لديهم القدرة على دفع مزيد من الضرائب ــ قامت الحكومة بكل سهولة بطبع مزيد من الأوراق المالية • ولم لا ؟ عندما خدع كثير من الشيوخ والضعفاء في كل ممتلكاتهم وكتب عليهم الجوع ، لم يكن ذلك مهما لأحد • لقد كان لدى الحكومة نقد كاف وصار الأغنياء أكثر غنى والفقراء أشد فقرا • وانه لابد لك وأن تعترف أن كثيرا من اليهود كانوا أطرافا فى فضائح الفساد الكبرى الاخيرة » •

هيزنبرج : « ولذلك فانك تستنتج أنه سينبغى علينا النظر الى اليهود بطريقة معينة ، ومعاملتهم بطريقة مخزيه وطرد لفيف من الناس المتازين الى خارج ألمانيا ؟ لماذا لا تدع هذا الأمر للمحاكم التى تعاقب الذين اقترفوا اثما ما بصرف النظر عن معتقداتهم وأجناسهم ؟ » •

الطالب : « لأن ذلك لا يحدث • لقد صار العدل منذ زمن بعيد عدلا سياسيا يبغى فقط تخليد أحوال الأمس المتعفنة ويحمى الطبقة الحاكمة فحسب دون أن يعنى برخاء الشعب كله • فلتنظر من حولك ، كيف اصبحت الاحكام سمحة حتى فى أشد فضائح الفساد تعفنا • ان شبح التحلل ظهر واضحا فى اماكن كثيرة اخرى • وفى المعارض الفنية الحديثة صار الانتاج الرخيص والنشوة الروحية المرتبكة مصدرا للتفاخر والمغالاة وحتى اذا لم يجد الانسان البسيط أى شعور نحوه قيل له « انك لن تستطيع أن تفهم هذا ، وذلك لانك أكثر غباء مما هو مطلوب » • وهل عنيت الدولة بالناس الفقراء ؟ هناك يزعم البعض بأنه يوجد أثاث شعبى ، وأن الدولة تعنى بأن أحدا لن يموت جوعا • ولكن هل يكفى اعطاء الفقراء مزيدا من النقود حتى لا يموتون جوعا وهل هذا سبب لكى لا يعتنى بهم بعد ذلك ؟ ان عليك أن تعترف أننا نقوم بمعالجة ذلك بطريقة أفضل ــ اننا نجلس مع العمال ونقوم بالتدريب معهم فى جماعات الهجوم SA (SA-Sturm) اننا نجمع المواد الغذائية والأصواف للفقراء ، كما أننا نقوم بالمارشات العسكرية مع العمال ونشعر أنهم سعداء عندما نشاركهم حياتهم • ان هذا بالقطع يعتبر تحسينا • فى السنوات الأربعة عشر السابقة عمل كل انسان هنا من أجل نفسه فقط • لقد كان المهم فقط هو أن يرتدى كل انسان الملابس الأفخم من جاره وأن يؤثث مسكنه

بطريقة أحسن منه بحيث ان ذلك أصبح مقياسا لأنه أفضل من الاخرين • وأعضاء البرلمان لم يكن تفكيرهم ينصب على شيء سوى الحصول على أكبر امتياز مادى لأحزابهم الخاصة • كل فرد اتهم الآخر بالجشع المادى من أجل أن يزيد ثراءه الشخصى بكمية أكبر ، ولم يفكر أحد فى الرخاء العام بالمرة • وان لم يتفق انسان مع هذا التسيب فانه يضرب أو يقذف بجرات الحبر • لقد انقضى الآن كل ذلك • وهذا لا يعتبر من سوء الحظ » •

هيزنبرج : « ألم تفكر أبدا فى احتمال أن الشعب الألمانى بعد سنة ١٩١٩ كان عليه أن يتعلم حكم نفسه بنفسه وأنه لم يكن من السهل على الفرد أن يحترم حقوق الآخرين ، اذا لم تعن الأغلبية بأن يستتب العدل ؟ » •

الطالب : « ربما يكون ذلك صحيحا ، ولكن الأحزاب قد أخذت أربع عشرة سنة بطولها لكى تتعلم هذا ، وفى النهاية كان الوضع يزداد سوءا عاما بعد عام ولم يتحسن أبدا • اذا كنا هنا فى داخل ألمانيا نحارب بعضنا ويغش كل منا الآخر فانه لا يجب علينا أن نندهش من هبوط مكانة ألمانيا باستمرار فى الخارج وأن الناس يقومون بخداعنا فى الخارج أيضا • هناك فى عصبة الأمم (Volkerbund) يتحدثون باستمرار عن تقرير مصير الشعوب ، ولكن بالطبع فان أحدا لم يسأل سكان « زود تيرول » Sudtirol عن الدولة التى يرغبون فى الانضمام اليها ، بل اعتبروها قطعة من ايطاليا • ثم بعد ذلك يثرثرون هناك حول الأمن ونزع السلاح ، ولكن المقصود بذلك دائما هو نزع سلاح ألمانيا وأمان كل الآخرين • انك بالقطع لا تتضرر من أننا نحن الشباب لا نريد الاشتراك ببساطة فى كل هذا الافك فى الداخل والخارج • وفى الواقع انك بالتأكيد لا تأمل فى هذا » •

هيزنبرج : « وأنت تعتقد أن قائدك « أدولف هتلر (١) » أكثر صدقا منهم ؟ » •

الطالب : « اننى اتصور أنك لا تحب أدلف هتلر ، وذلك لأنه يبدو لك بدائيا للغاية • ولكن بما أنه يتحدث الى الشعب البسيط فقد تحتم عليه استخدام لغته • اننى لا أستطيع أن أثبت لك أنه أصدق من الآخرين ولكنك سترى قريبا أنه سيصبح أكثر نجاحا

---

(١) Adolf Hitler (١٨٨٩/٤/٢٠ – ١٩٤٥/٤/٣٠) •

من جميع ساستنا السابقين • كما أنك سترى أعداء ألمانيا في الحرب الأخيرة وهم يقدمون تنازلات كثيرة لهتلر أكثر مما قدموا لكل حكامنا السابقين ، وذلك ببساطة لأنه سيتحتم عليهم من الآن تقديم التضحيات اذا أرادوا المحافظة على ظلمهم المستمر حتى الآن • لقد كان ذلك سهلا للغاية في السنوات السابقة • لأن الحكومة الألمانية خضعت لكل ضغط موجه اليها من الخارج » •

هيزنبرج : « حتى ولو كنت محقا في هذا ، فانني لا أعرف ما اذا كانت التنازلات المجبرة التي يقدمها الآخرون تعتبر نجاحا حقيقيا لكم أو لهتلر أيضا • وذلك لأن ألمانيا قد قامت نتيجة لهذا التغير الصلف بتكوين عدد أكبر من الأعداء لها • ولعلنا نكون قد تعلمنا من الحرب الأخيرة الى أي طريق يؤدى المبدأ القائل « كلما كثر الأعداء زاد شرفنا » •

الطالب : « انك ترى اذن أن تظل ألمانيا الأمة التي يحتقرها ويسخر منها الجميع • الأمة التي تخضع لكل شيء والتي اتهمها الآخرون بأنها المذنب الوحيد في الحرب الاخيرة ، وفي الواقع أن ذلك قد حدث فقط لأنها خسرت هذه الحرب • انك تعتبر أن كل ذلك يمكن تحمله » •

هيزنبرج : « اننا غير متفاهمين هنا • وأنا أريد أن أوضح لك بدقة ما أعنيه بهذا الصدد • أنني أعتبر أن بلدانا مثل الدانيمرك والسويد وسويسرا تعيش في سعادة ، بالرغم من أنها في السنوات المائة السابقة لم تكسب حربا واحدة وبالرغم من أنها بلدان ضعيفة نسبيا من الناحية العسكرية ، الا أنها تستطيع حماية طريقتها الخاصة من الاستقلال من الدول العظمى • لماذا لا نتطلع نحن الى المثل ؟ لعلك تعترض بأننا شعب أكبر وأقوى من الناحية الاقتصادية بالمقارنة بالسويديين أو السويسريين ، ولذلك فاننا جديرون بتأثير أكبر على ما يحدث في العالم • ولكنني أحاول أن ألقى بنظرة عميقة على المستقبل • ان التغيير في تركيب العالم ، الذى نعتبر نحن شهود عيان له الآن يشبه بعض الشيء التحويلات التي جرت في أوربا أثناء انتقالها من العصور الوسطى الى العصر الحديث • لقد أدى في ذلك الحين التوسع في التكنولوجيا ، وخصوصا في تكنولوجيا الاسلحة ، الى أن الوحدات الصغيرة التي كانت تعتبر مستقلة سياسيا ، مثل

قلعة الفارس ، والمدينة قد اختفت ـ على الأقل كتكوين سياسى مستقل ـ وحلت محلها وحدات أكبر من خلال دول لها حدود أكبر أو أصغر • وبعد أن تم هذا الانتقال ، لم يعد معقولا بالنسبة لأى مدينة ان تحيط نفسها بأسوار وحصون للدفاع عن نفسها • بل بالعكس فان المدن التى تغاضت عن أسوارها أمكنها بسهولة وبسرعة التوسع أكثر من المدن الأخرى التى حددت نموها الأسوار الحصينة •

أيضا فى العصر الحديث فان التكنولوجيا قد أحرزت تقدما كبيرا • لقد تغيرت جذريا تكنولوجيا السلاح من خلال اختراع الطائرة • واليوم أيضا بدت النزعة الى بناء وحدات سياسية أكبر تعدو حدود الأمة واضحة للغاية • ومن ثم فان العناية بأمن بلدنا ستتوفر بطريقة أفضل اذا تغاضينا تماما عن التسليح وحاولنا بدلا منه عن طريق جهودنا الاقتصادية اقامة علاقات جوار حسنة مع الأمم المحيطة بنا • ان زيادة التسليح ستعمل على زيادة القوى المعادية لنا فى البلدان الأخرى وستؤدى بذلك فى النهاية الى نقص فى الأمن كما أن الانتماء الى جماعة سياسية أكبر يمكن أن يوفر حماية أقوى •اننى أريد أن أقول بحديثى هذا ، انه من الصعب دائما الحكم على قيمة الأهداف السياسية التى مازال الوصول اليها يقع فى المستقبل البعيد • ومن ثم فاننى أعتقد أنه لا يجب على الانسان الحكم على أية حركة سياسية من خلال أهدافها التى تعلن عنها بصوت عال والتى ربما تتطلع اليها بالفعل ، ولكن فقط يجب الحكم عليها من خلال الوسائل التى تستخدمها فى تحقيق هذه الأهداف • ان هذه الوسائل للأسف سواء عند الشيوعيين أم الاشتراكيين القوميين تعتبر فى الحالتين رديئة للغاية ، انها تظهر أن مؤسسى هذه الاتجاهات قد فقدوا ثقتهم فى قوة اقناع أفكارهم ومن ثم فاننى لا أستطيع الانتماء الى أى من الحركتين ، واننى ـ لحزنى العميق ـ مقتنع بأنه لن يأتى لألمانيا من أى منهما سوى الخراب » •

الطالب : « ولكن لابد وأن تعترف أنه لا يمكننا الوصول الى شىء بالمرة باستخدام الوسائل الطيبة • ان حركة الشبيبة لم تدع الى المظاهرات ، ولم تقذف النوافذ بالطوب ، ولم تضرب المعارضين لها • لقد حاولت اعطاء المثل وزرع معايير وقيم جديدة أكثر صحة • ولكن هل تحسن أى شىء من خلال ذلك ؟ » •

هيزنبرج : « ربما لا من الناحية السياسية البحتة • ولكن من الناحية الثقافية فقد كانت حركة الشبيبة مثمرة للغاية • فلنتذكر المدارس الابتدائية ، والأعمـــال الفنية اليدوية و « الباوهاوس ديساو » (Bauhaus Dessau) (١) والعناية بالموسيقى الكلاسيكية والحلقات الغنائية « واللاينشبيل » (٢) (Lainspiel) • ألا يعتبر هــذا نجاحا ؟ » •

الطالب : « بلى ، ربما • اننى بالتأكيد لا أنكر ذلك ، بل اننى مسرور له • ولكن لابد من تحرير ألمانيا سياسيا ، من الفساد الداخـلى ومن وقوعها تحت الوصاية خارجيا • وهذا لم يكن ممكنا باستعمال الوسائل الطيبة فقط • ومن هذا يمكننى استنتاج أنك تريد أن يظل كل شىء الآن على وضعه القديم • انك تنتقدنا لأننا نسير خلف رجل يبدو بدائيا بالنسبة لك ولأنك تستنكر وسائله • اننى أعتبر أيضا أن عداء السامية يمثل الوجــه المظلم لحركتنا واننى لأتمنى أن يخمد هذا قريبا • ولكن هــل حاول أى ممثل للعالم السابق ، مثل الاساتذة العظماء الذين يشككون الآن فى الثورة ، هل حاول أى منهم ارشادنا نحن الشباب الى طريق مـا أفضل من طريقنا الآن ، والذى يؤدى الى نفس الاهداف باستخدام وسائل أحسن ؟ فى الواقع لم يكن هناك أحد يقول لنا كيف يمكننا الخروج من الهلاك بطريقة أخرى • حتى أنت لم تقم بذلك • مـا الذى كان علينا أن نفعله اذن ؟ » •

هيزنبرج : « واذن فقد اشتركت فى استخدام القوة والقيام بالثـورة ــ معتمدا على الخيال السخيف أنه بالتحطيم سيولد ما هو أفضل• ألم تقرأ ما كتبه «ياكوب بوركهاردت» (٣) (Jacob Burkhardt) حول النتائج النهائية للسياسة الخارجية للثورات : انه لحظ رائـع اذا استطاعت ثورة ما ألا تنقلب فى النهاية الى ضدها لماذا يجب علينا نحن الألمان أن نحظى بهذا الحظ الغريب •

أما عن السبب فى أننا نحن الكبار ــ وأنا أعتبر نفسى الآن منهم ــ لم نتقدم بالنفع الى الشباب فذلك يرجع ببساطة الى أننا لم نعرف أى نصيحتين ، بالاضافة الى ذلك فاننا قد لجأنا الى حل تافه

---

(١) مدرسة لدراسة الفنون اليدوية والعمارة أسست عام ١٩١٨ فى مدينة فايمر ثم نقلت الى ديساو عام ١٩٣٣ •

(٢) المسرح السياسى كضد لمسرح الحب والغرام •

(٣) مؤرخ سويسرى (١٨١٨/٥/٢٥ ــ ١٨٩٧/٨/٨) •

مؤداه أن على كل منا أن يؤدى واجبه بطريقة منتظمة مراعاة لغيره وأن المثل الجيد سيؤدى فى النهاية الى شىء أفضل » .

الطالب : « انك ترغب اذن دائما فى القديم ، فى الماضى ، فى الأمس . كل محاولة للتغيير تعتبر فى رأيك عملا سيئا ، وبهذا الرأى بالطبع لن تستطيع اقتناع الشباب . وبهذا المبدأ لا يمكن أن يحدث شىء جديد فى العالم . وبأى حق اذن تتبنى الآن فى علمك أفكارا ثورية جديدة ؟ ألم يقم المرء فى النظرية النسبية وفى ميكانيكا الكم بادخال تغييرات جذرية على كل ما مضى ؟! » .

هيزنبرج : « اذا كنا نريد الحديث عن الثورة فى العلم ، فانه ينبغى علينا النظر بدقة فائقة لما حدث فى هذه الثورة . فلنفكر مثلا فى نظرية الكم لبلانك . ربما تعرف أن بلانك كان منذ البداية انسانا محافظا لم يرغب بالمرة فى ادخال أى تغيير جاد على الفيزياء القديمة ، بل أراد حل مشكلة محددة ضيقة الحيز تتعلق بفهم « طيف الاشعاع الحرارى » . لقد حاول بالطبع اجراء ذلك مع المحافظة على كل القوانين الفيزيائية السابقة ، ولقد مر زمن طويل حتى اقتنع بلانك بأن ذلك ليس ممكنا . عندئذ فقط اقترح فرضية لا تتلاءم مع اطار الفيزياء القديمة . وحتى بعد ذلك فقد أراد بلانك نفسه ملء الثغرة التى أحدثها فى جدران هذه الفيزياء وذلك بأن اقترح فرضية أخرى . لقد ثبت — على كل حال — أن ذلك مستحيل ، وقد أدت الاستنتاجات القائمة على فرضية بلانك الى اعادة جذرية لبناء الفيزياء كلها . ولكن حتى بعد اعادة البناء لم يتغير شىء البتة فى مجالات الفيزياء التى يمكن ادراكها بواسطة مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية .

واذن بمعنى آخر : فى العلم يمكن تنفيذ ثورة جيدة ومثمرة فقط عندما يحدد الانسان نفسه أولا فى حل مشكلة محددة تماما . ان محاولة التخلى عن كل ما هو قائم وتغييره جذريا تؤدى الى سخف محض . كما ان محاولة قلب كل ما هو قائم لا يتبناها فى العلم الا أنصاف المجانين المتعصبين الذين ليست لديهم القدرة على النقد الذاتى . مثلا من الناس من يزعمون بأن لديهم القدرة على اختراع « بير بيتوموبيل » (١ (Perpetuum mobile) — وبالطبع

الطاقة الحرارية فى البيئة المحيطة . أو جهاز يمكن فيه تحول الطاقات من نوع الى آخر باستمرار دون أى فقد فى الطاقة .

(١) جهاز يستطيع تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركة دون فقد اى جزء من

فان مثل هذه المحاولات تؤول الى الفشل • ومن ثم فاننى أتصور ـ حتى وان كان ذلك حلما ـ أنه أيضا فى التاريخ تكون الثورات الأكثر بقاء هى تلك التى تحاول حل مشاكل محددة ضيقة النطاق وتعمل على تغيير أقل ما يمكن • فلنفكر مثلا فى الثورة التى قامت قبل ألفى سنة ، لقد قال قائدها ، المسيح : « اننى لم أجىء لحل القانون ، ولكن لتنفيذه » •

واذن مرة أخرى فانه من المهم الاقتصار على الهـدف الهام وتغيير أقل ما يمكن • ان الجزء الأصغر الذى يلزم تغييره ، يمكنه بعد ذلك أن يملك قوة تحويل بحيث ان كل أشكال الحياة تتبدل بذاتها » •

الطالب : « ولكن لماذا أنت متعلق هكذا بالأشكال القديمة ؟ ان ما يحدث دائما هو أن الاشكال القديمة لا تتلاءم مع العصر الجديد وأنهـا تستمر بعد ذلك فقط بنوع من القصور الذاتى أو اذن لماذا لا يجب القضاء عليها فى الحال ؟ • مثلا اننى أجد أنه من السـخف أن الأساتذة مازالوا يظهرون فى الحفلات الجامعية وقد ارتدوا الروب الجامعى • ان هذا بلا شك يعتبر تقليدا قديما يجب القضـاء عليه » •

هيزنبرج : «بالطبع اننى لست متعلقا بالأشكال القديمة ، ولكن بالمضامين القديمة التى وجب أن تمثلها هذه الأشكال • واننى أريد توضيح هذه النقطة أيضا من خلال المقارنة مع الفيزياء : ان أشكال الفيزياء الكلاسيكية تمثل معارف تجريبية قديمة لم تكن فقط صحيحة فى الماضى ولكنها صحيحة الآن وستظل كذلك دائما فى كل العصور • ان نظرية الكم تعطى هذه الوفرة من التجارب هيئة أخرى من الناحية الشكلية فقط • ولكن من ناحية المضمون فانه لا يمكن البتة تغيير حركة البندول ، وقوانين الروافع ، وحركات الكواكب ، لأنه بهذه العمليات لا يتغير العالم أيضا • والآن لنعد الى الحديث عن الرداء الجامعى : ان هذا الشكل القديم ينتمى الى العصر الذى تم فيه توصيف طبقات الشعب ، وتناظره كمضـمون التجربة أكثر من ارشادات الآخرين • ان وظيفة الرداء الجامعى هى التعبير عقـولها على عمليات فكرية أكثر تعقيدا ، تهم الجماعة الانسانية بطريقة مميزة وذلك لأن ارشاداتها تكون قائمة على أسس منطقية أكثر من ارشادات الآخريين • ان وظيفة الرداء الجامعى هل التعبير عن كل هذا وحماية حامله من التهكمات الغير لائقة من العامة ، حتى وان كان كفرد لا يحقق متطلبات هـذا الرداء • ان هـذه

التجربة تعتبر صحيحة أيضا فى عالمنا الحالى كما كانت صحيحة منذ بضع مئات من السنين ، ولكن • فى الواقع • فانه من غير المهم ما اذا عبر عنها الانسان مظهريا من خلال الرداء أو ربما بشكل آخر أكثر عصرية • وبالرغم من هذا فاننى أشك أن بعض نقاد هذا الرداء يريدون ضرب المضمون التجريبى الذى يعبر عنه • ان هذا يعتبر غباء بحتا ، وذلك لاننا لا نستطيع تغيير الحقيقة » •

الطالب : « نعم انك الآن تقارن بين التجربة وبين نشاط الشباب ، بنفس الطريقة التى يتبعها الآباء دائما • اننا لا نستطيع أن نقول شيئا ضد هذه الحجة ، وفى النهاية نصبح منعزلين » •

عندئذ تهيأ زائرى للانصراف ، ولكننى سألته ما اذا كان يود سماع المقطع الأخير من كونشرتور شومان مرة أخرى بقدر ما هو ممكن بدون أوركسترا ، فبدت السعادة على وجهه • وعند وداعى له أحسست أنه قد سر كثيرا للقائنا •

فى الأسبوع التالى لهذه المحاورة انهالت الهجمات على الجامعة بطريقة متوحشة • فقد عفى من منصبه فجأة أحد الزملاء فى قسم الرياضيات يدعى ليفى كان قد حصل على نياشين أثناء الحرب العالمية الأولى • فقد كان استياء أعضاء هيئة التدريس الشبان – أذكر هنا خصوصا « فريدرش هاند » (Friedrich Hand) « أكارل فريدرش بونهوفر (Carl Friedrich Bonhoeffer) والرياضى « فان درفاردين » (Vander Waerden) – كبيرا للغاية لدرجة أننا هددنا جميعا بالاستقالة من وظائفنا الجامعية والتأثير على كثير من زملائنا لاتخاذ هذه الخطوة • قبل المضى فى هذا الاتجاه قررت الرجوع الى رأى أحد أساتذتنا الذى كان حائزا على ثقتنا جميعا ، ومن ثم رجوت ماكس بلانك أن يسمح لى بمقابلته وذهبت بناء على ذلك لزيارته فى بيته فى « شارع فانجينهايم » (Wangenheim) فى منطقة « جرون فالد » (Grunwald) فى برلين •

استقبلنى بلانك فى حجرة المعيشة ذات الضوء الخافت والمؤثثة على الطراز الكلاسيكى التى بدت وكأنها لا ينقصها سوى المطبخ الزيتى القديم الذى يعلو فوق المائدة فى منتصف الحجرات القديمة •

ظهر بلانك فى هذه اللحظات وكأنه قد أصبح شيخا عجوزا منذ لقائنا الأخير قبل بضع سنوات • لقد زحفت على وجهه التجاعيد العميقة وبدت ضحكاته أثناء استقبالى مليئة بالألم وكأنه قد بات متعبا بلا نهاية •

بلانك : « لقد أتيت للحصول على نصـيحة منى بشأن القضـايا السياسية ، ولكننى أخشى أننى لم أعـد قادرا على ابداء النصـح بعد • لقد نضب أملى فى امكانية مقاومة الكارثة التى حلت بالمانيا وبالجامعات الالمانية قبل ان تقص على عن الاحداث الهـدامة فى ليبزيج والتى ليست أكثر أثرا من الأحداث الهدامة هنا فى برلين فاننى أريد أن اخبرك توا عن حديث قمت به منذ بضعة أيام مع هتلر • لقد كان لدى الأمل من أن اوضح له ، أى قدر من الخسائر ستحل بالجامعات الألمانية وعلى وجه الخصوص بأبحاث الفيزياء فى بلدنا ، عندما نقوم بطرد زملائنا اليهود من ألمانيا وكيف أنه من السخف وعدم الأخلاق القيام بمثل هذه التصرفات • وذلك لأن الموضوع يتعلق هنا بأناس يعتبرون أنفسـهم ألمان مائة بالمائة وأنهم كانوا قد قدموا أرواحهم فى الحرب الاخيرة من أجل ألمانيا تماما مثل كل الآخرين • ولكن هتلر لم يبد أى تفهم لكل هـذا ـ بل والأكثر من ذلك أننى قد لاحظت أننى ببساطة لا أملك اللغة التى يمكننى التفاهم بها معه • لقد فقد هتلر ـ هكذا بدا لى ـ كل صلة حقيقية بالعالم الخارجي • انه يشعر بأن كل ما يقـوله الآخرون يعتبر مضايقة ثقيلة ينبغى عليه تخطى سماعها عن طريق ترديد العبارات الرنانة حـول تحلل الحياة اليومية فى السنوات الأربعة عشر المنصرمة وحول أهمية وضع نهاية لهذا السقوط فى اللحظة الأخيرة ••• الخ •

وبالاضافة الى ذلك ، فاننى قد أخذت الانطباع الشديد ، انه يعتقد شخصيا فى هذا الهراء وأنه قد هيأ نفسه لاحتمالية هـذا الاعتقاد من خلال عزلها عن كل المؤثرات الخارجية • انه قد أصبح محتلا بما يسميه أفكاره ، ولم يعد من الممكن الحديث معه بتعقل وانه سيؤدى بالمانيا الى كارثة محققة » •

بعد ذلك بدأت أخبر بلانك عن الأحداث فى ليبزيج والخطة التى نريد القيام بها نحن أعضاء هيئة التدريس الشبان ، وهى التنازل عن درجة الأستاذية والتأكيد بوضوح على مبدأ « الى هنا وليس أكثر » • ولكن بلانك كان مقتنعا منذ البدء بعدم جدوى هذه الخطة •

بلانك : « اننى مسرور لأنك كانسان شاب مازلت متفائلا هكذا ولأنك تعتقد أنك تستطيع بمثل هذه الخطوات ايقاف المأساة عند هـذا الحد • ولكنك للأسف تغالى بشدة فى تقدير تأثير الجامعات وطبقة المثقفين والمفكرين • ان الرأى العام سوف لا يسمع عمليا عن خطوتك هـذه الجرائد سوف لا تكتب عن استقالتكم أو سوف تذكر ذلك

بطريقة خبيثة بحيث ان أحدا لن يفكر في استنتاج أى عواقب جادة لهذه الخطوة • اسمح لى أن أقول : ان الانسان لا يستطيع التأثير على سير الهطيل الجليدى بعد أن يكون قد تحرك فعلا • ان كمية ما سوف يحطمه هذا الهطيل وعدد القتلى ، كل ذلك قد تقرر بالفعل وفقا للقوانين الطبيعية ، حتى وان كان ذلك مازال غير معروف بعد ، حتى هتلر نفسه لم يعد يستطيع التحكم فى سير الأحداث ، وذلك لأنه ـ بقدر كبير جدا ـ يعتبر محكوما بأفكاره وليس متحكما فيها • انه لا يستطيع أن يعرف ما اذا كانت القوة التى أطلق عنانها سترفعه فى النهاية أم أنها ستنسفه بطريقة رهيبة • ان خطواتك اذن حتى نهاية الكارثة سيكون لها أثر عكسى عليك فقط ـ ربما تكون مستعدا لتحمل الكثير ولكن بالنسبة للحياة فى بلدنا فان ما تفعله أنت سوف يكون مؤثرا على الأكثر بعد وقوع النهاية ، التى يجب علينا أن نهتم بها من الآن • اذا استقلت أنت ، فانه لن يتبقى أمامك فى أحسن الظروف سوى البحث عن وظيفة فى الخارج ، وما يمكن أن يحدث فى الأحوال السيئة لا أريد الحديث عنه •

أنك ستصبح فى الخارج تابعا لكتلة كبيرة من الناس الذين هاجروا ويبحثون عن وظيفة ، وربما تستطيع الحصول على وظيفة لأنك قد فضلت على آخر فى حاجة ماسة اليها • ربما تستطيع هناك العمل براحة تامة وذلك لأنك ستصبح بعيدا عن الخطر ، وبعد نهاية الكارثة يمكنك ـ اذا كانت لديك الرغبة فى ذلك ـ العودة الى ألمانيا بنفس مطمئنة لأنك لم تساوم مع ألمانيا المنهارة • ولكن حتى ذلك الحين فربما تكون بعض السنين قد مرت وربما تكون أنت قد تغيرت وتغير الناس فى ألمانيا ، وانه من غير المعروف الآن مدى قدرتك عندئذ على التأثير فى هذا العالم المتغير • اذا لم تقرر الاستقالة وظللت هنا فانه سيكون لديك واجب من نوع آخر • انك لن تستطيع ايقاف الكارثة • وربما يتحتم عليك ـ انقاذا لحياتك ـ أن توافق من وقت لآخر على مقايضات معينة • ولكنك تستطيع مع آخرين بناء جزر جديدة للحياة • انك تستطيع أن تجمع الشباب حولك ، وتريهم كيفية اقامة علم مفيد ومن خلال ذلك المحافظة على معايير القيم القديمة الصحيحة فى عقولهم • بالطبع فاننا لا نعرف كم من هذه الجزر ستظل قائمة بعد الكارثة ، ولكننى واثق من أنه حتى ولو كانت هناك مجموعات صغيرة من الشباب الموهوب التى يمكن بناؤها فى ظل هذه الروح والمرور بها خلال المحنة سوف تكون نافعة للغاية فى مرحلة اعادة البناء بعد النهاية • وذلك لأن مثل هذه المجموعات يمكن أن تمثل البذرة الصالحة التى تبنى فيها الأشكال الجديدة للحياة • ان هذا سوف يكون صحيحا

فقط فى حالة اعادة بناء البحث العلمى فى ألمانيا • ولكن لأننا لا نعرف أى دور سيلعبه العلم والتكنولوجيا فى العالم الجديد ، فربما يكون ذلك مهما أيضا فى مجالات أخرى • اننى أعنى أن كل الذين يستطيعون تأسيس شىء ما والذين لم يجبروا على الهجرة ــ بسبب أجناسهم مثلا ــ يجب أن يحاولوا البقاء هنا والاستعداد للمستقبل البعيد • ان هذا بالطبع سيكون صعبا للغاية ومصحوبا بالمخاطر الكثيرة ، وربما تصبح المقايضات التى يتحتم عليهم الوصول اليها الآن جرائم فيما بعد تقع تحت طائلة القانون ولعلها ستؤدى بهم الى تحمل العقوبات الشديدة • ولكن ربما يتحتم علينا ــ بالرغم من ذلك ــ القيام بهذا بالطبع فاننى لا أستطيع القاء اللوم على أحد اذا اتخذ قرارا مخالفا ، أو اذا هاجر ، لأنه يجد الحياة فى ألمانيا لا تطاق أو لانه لا يقدر على رؤية الظلم الذى يقع هنا وهـــو بالتأكيد لا يستطيع منعه • ولكن فى مثل هذه المواقف المخذلة كالتى تحدث الآن فى ألمانيا لم يعد يملك أحد القدرة على التصرف بطريقة صحيحة • وبكل قرار يتخذه الانسان فانه يشترك ــ على نحو ما ــ فى نوع من الظلم •

ومن هنا فان كل فرد يعتمد فى النهاية على نفسه فقط • انه لـم يعد هناك مغزى لاعطاء النصائح أو حتى تلقيها • ومن ثم فاننى أستطيع الآن فقط أن أقول لك فلتكف عن الأمل فى أن أى شىء تقوم به الآن سوف يمنع ــ حتى نهاية الكارثة ــ وقوع أى مأساة • ولكن فلتفكر أثناء قرارك فى الوقت الذى سيأتى بعد ذلك » •

لم يستمر حديثنا أكثر من هذا التحذير بعده استأذنت وأخذت على الفور القطار المتجه الى ليبزيج • فى طريق العـودة مـرت برسى كل الافكار التى قالها بلانك وقد زادنى عذابا السؤال عما اذا كان يجب على الهجرة منها • لقد وقع عليهم ظلم جائر وكان عليهم التغلب على صعوبات منهم القوة كل وسائل الحياة فى ألمانيا ولذلك عرفوا أنه يتحتم عليهم الهجرة منها • لقد وقع عليهم ظلما جائرا وكان عليهم التغلب على صعوبات مادية كثيرة ولكن ــ على الأقل ــ لم يكن أمامهم مجال للاختيار • لقد بدأت النظر الى المشكلة من جوانبها المختلفة ومحاولة الوصـــول الى ما هـــو صحيح •

لو أن أحد أفراد عائلتى يقاسى تحت تأثير عدوى ما مرض الموت ، فهل يكون الحل الصحيح هو ترك البيت ، لكى لا تنتقل العدوى الى مكان آخر ، أو هل الحل هو تمريض المريض حتى ــ ولو لم يعد هناك أمل ؟

ولكن هل من المسموح لنا مقارنة ثورة ما بالمرض العضال ؟

ألم تكن هذه طريقة رخيصة للقضاء على معايير القيم التقليدية ، واذن ماذا كانت المقايضات التى تحدث عنها بلانك ؟

في بداية كل محاضرة كان يتحتم علينا ــ رفع أيدينا تنفيذا للأوامر التي أقرها الحزب الاشتراكي القومي · كم من المرات قبل ذلك قمت بتحية معارفي بأن رفعت يدي ثم أومأت بها · هل كن ذلك تعبيرا عن موافقة فاضحة ؟

لقد تحتم علينا توقيع الخطابات الرسمية المعنونة « بتحيا هتلر » (Heil Hitler) كان ذلك محزنا لنا جميعا ، ولكن لحسن الحظ ، قلما كان علينا كتابة مثل هذه الخطابات · وكانت تلك التحية تحمل ــ على كل حال ــ المعنى : « انني لا اريد التعامل معك » · لقد تحتم علينا أيضا المشاركة في الحفلات والمارشات العسكرية ، ولكن كان من الممكن ــ في كثير من الأحيان ــ التهرب من هذه المسئوليات ، وكل خطوة فردية في هذا الاتجاه كانت مقبولة غير أنه كان لابد من الموافقة على أشياء كثيرة أخرى ، فهل كانت هي الأخرى مقبولة بدورها ؟ هل كان تصرف « فيلهلم تيل » (Wilhelm Tell) (١) صحيحا عندما امتنع عن تحية « الجيسلر هوت » (Gessler hut) وبهذا عرض حياة ابنه للخطر ؟ ألم يكن من الواجب عليه أن يقايض هنا أيضا ؟ ولكن اذا كانت الاجابة هنا « نعم »، فكيف يجب علينا اليوم اذن القيام بمساومات في ألمانيا ؟

لو أنني كنت قد قررت ــ على العكس ــ الهجرة ، فكيف يمكن أن يتفق هذا القرار مع مبدأ كانط : « على الانسان ان يتصرف بحيث يمكن لتصرفه الذاتي أن يصبح قاعدة عامة » ؟ وبالطبع من غير الممكن أن يهاجر الجميع · هل علينا أن ننتقل بلا هدوء في هذا العالم من دولة الى اخرى وذلك لتحاشي الكارثة الاجتماعية في كل بلد ؟ حتى البلدان الأخرى لن تنجو على المدى البعيد من هذه الكارثة وأمثالها · وفي النهاية فان كلا منا ينتمي بالطبع من خلال ولادته ولغته وتربيته الى وطن معين·وهل لاتعني الهجرة ترك بلدنا بسهولة لحفنة من الشريرين الذين اختلوا عقليا والذين سيقلبون ألمانيا بضلالهم في وبال ليس له نهاية ؟ ·

لقد تحدث بلانك عن أن كلا منا قد يقف ذات يوم أمام قرارات لا يستطيع بها احداث أي شيء آخر سوى الظلم · فهل كانت هذه المواقف محتملة قطعيا ؟ ·

لقد حاولت كفزيائي تكوين تجارب عقلية تشبه بطريقة كافية

---

(١) بطل أسطورة سويسرية لم يحي أمير المقاطعة (Gessler) فأمره باطلاق النار على تفاحة فوق رأس ابنه · وتحكي الاسطورة أن فيلهلم استطاع أن يصيب التفاحة وبعد انقاذ ابنه قام بقتل الأخير ·

الأوضاع الواقعية ولكنها متطرفة لدرجة أنه يستحيل تصور الحل الانسانى لها • فى النهاية استطعت الوصول الى المثل المزعج الآتى : حكومة ديكتاتورية رمت بعشرة من المعارضين لها فى السجون وقررت قتل أهمهم على الأقل ، وربما العشرة كلهم • ولكن الحكومة يهمها اظهار عدالة القتل أمام الدول الأخرى • ومن ثم عرضت الحكومة على أحد معارضيها الذى منحته قبل ذلك الحرية نظرا لمكانته العالمية ـ قد يكون هذا المعارض قاضيا مشهورا مثلا ـ العرض الآتى : اذا استطاع القاضى ابراز قانونية قتل أهم المعارضين العشرة عن طريق توقيعه على حكم بهذا ، نال المعارضون التسعة حريتهم ومنحوا ضمانات بالهجرة • أما اذا رفض القاضى التوقيع فان المعارضين العشرة سيعدمون • ان القاضى ليس لديه أدنى شك فى أن الديكتاتور يعنى ما يقول • واذن ماذا عليه أن يفعل ؟ هل كان الصديرى الابيض (Weisse Weste) الذى يرتديه ـ (هكذا كنا نطلق على رداء القضاة من باب السخرية) ـ أغلى قيمة من حياة أصدقائه التسعة ؟ •

حتى انتحار القاضى لم يعد حلا هنا ، وذلك لأنه لن يمنع قتل المساجين الأبرياء • أثناء ذلك التفكير العميق حضر الى ذهنى حوار أجريته مع نيلز حول تطبيق مبدأ التكميلية على المصطلحين « العدل » و « الحب » • بالرغم من أن كلاهما ، العدل والحب ، يعتبران جزئين أساسيين لتصرفاتنا فى الحياة المشتركة مع الناس الآخرين ، فان كلا منهما فى النهاية يلغى وقوع الآخر • ان العدل يمنح القاضى الامتناع عن التوقيع • أيضا فان العاقبة السياسية للتوقيع ربما تكون أن أناسا كثيرين سيقع عليهم البلاء أكثر من أصدقائه التسعة • ولكن أيجب على الحب أن يحجب أمام صرخات الاستنجاد التى يوجهها أقارب الأصدقاء البائسين الى القاضى ؟ •

بعد لحظات من تأمل هذه التجربة العقلية بدا لى أنه يتحتم على وضع حد لهذا السخف • لقد كان من المحتم على هنا والآن أن أقرر ، ما اذا كنت أرغب فى الهجرة أم البقاء فى ألمانيا • واذن لابد من التفكير فى الوقت اللاحق للكارثة • هذا ما قاله بلانك وهذا ما يبدو مقنعا لى • واذن على بناء جزر الاستقرار وجمع الشباب ومحاولة النجاة من الكارثة، وبعد نهايتها البدء فى اعادة البناء ، هذا كان الواجب الذى تحدث عنه بلانك • ولكن للوصول الى ذلك يتحتم عمل مقايضات وبعد ذلك تحمل العقوبات القانونية وربما أسوأ من هذا • ولكن ذلك على الأقل كان واجبا محددا • ان وجودى خارج ألمانيا كان سيصبح بلا أهمية • ان كل أنواع الواجبات هناك كان يمكن أن ينجزها آخرون بطريقة أفضل •

لدى عودتى الى ليبزيج كنت قد اتخذت قرارى وهو البقاء فى ألمانيا فى جامعة ليبزيج حتى أرى الى أين سيؤدى بى هذا الطريق •

١٣ ــ مناقشات حول احتمالات التكنولوجيا الذرية وحول الجسيمات الأولية

(١٩٣٥ - ١٩٣٧)

بالرغم من الاضطرابات التى اجتاحت الحياة العلمية فى بلدنا وبلدان اخرى من العالم من خلال الثورة الألمانية وحركة الهجرة التى أعقبتها ، فقد تطورت الفيزياء الذرية فى هذه السنوات بطريقة سريعة ومدهشة • ففى معمل اللورد الانجليزى رزرفورد بجامعة كامبريدج (Cambridge) قاما «كوكروفت» (١) (Cockroft) و « والتون » (٢) (Walton) باختراع جهاز « للجهد العالى » يمكن به تعجيل (٣) النويات الذرية للهيدروجين (أى البروتونات) بحيث تستطيع عند اصطدامها بنويات ذرات خفيفه التغلب على الحاجز الناتج عن قوة التنافر الكهربية واصابة نويات هذه الذرات وتحويلها الى نويات ذرات أخرى • لقد أمكن اجراء تجارب نووية مماثلة باستخدام أجهزة أخرى « كجهاز السيكلوترون » الذى اخترع فى أمريكا ومن ثم فقد تكونت صورة واضحة لخواص النويات والقــوى المؤثرة فيها •

---

(١) Sir John Douglas Cockroft (١٨٩٧/٥/٢٧ - ١٩٦٧/٩/١٨) •

(٢) Ernst Thomas Walton فيزيائى ايرلندى (١٩٠٣/١٠/٦ -) •

(٣) أى زيادة معدل السرعة •

لم يكن من الممكن مقارنة النويات بناء على التجارب المختلفة بنظام كوكبي صغير – كما هو الحال في الذرات المختلفة – تنبعث القوة الشديدة فيه من جسيم ثقيل يقع مركزه ويتحدد عن طريقها مسارات الجسيمات الخفيفة الدائرة حوله ، ولكن امكن تكوين تصور للنويات المختلفة مؤداه أن كلا منها يعتبر على نحو ما – قطرة كبيرة من مادة النواة تتكون في ذاتها من نفس عدد البروتونات والنيوترونات ، وأن كثافة مادة النواة تعتبر ثابتة بالنسبة للنويات المختلفة • كما أن « قوة التنافر الكهروستاتيكية الشديدة» بين البروتونات تؤدي الى زيادة عدد النيوترونات بالنسبة لعدد البروتونات في النويات الثقيلة •

وقد أمكن عمليا اثبات أن « القوى الشديدة » التي تحافظ على مادة النواة لا تتغير بتبديل البروتون والنيوترون •

لقد أثبتت التجارب العملية أيضا أن ظاهرة التماثل بين البروتونات والنيوترونات – التي تطرقت الى فكرى فوق العشة عند قمة الآلم – تتوافر في الطبيعة من خلال اشعاع بعض النويات للاليكترونات والبعض الآخر للبوزتيرونات أثناء « تحلل – بيتا » •

بدأنا في حلقتنا العلمية في ليبزيج دراسة العلاقات القائمة داخل النويات المختلفة بتفصيل أكثر ، ومن ثم اعتبرنا كل نواة قطرة كروية الشكل تقريبا تدور بداخلها النيوترونات والبروتونات دون أن يثير بعضها البعض ، بينما اعتبرت مدرسة نيلز بوهر في كوبنهاجن – على العكس – « التأثير المتبادل » (Wechsel Wirkung) لمكونات كل نواة ذى أهمية كبرى ولذلك فقد كان محببا اليها اعتبار النواة كجوال من الرمل في الفترة بين خريفي ١٩٣٥ و١٩٣٦ سافرت لعدة أسابيع الى كوبنهاجن وذلك للبت في آرائنا المختلفة حول شكل النواة عن طريق المحاورات المباشرة •

كان مسموحا لى هذه المرة – كضيف على أسرة بوهر – استخدام حجرة في بيت الشرف الذى وضعته الدولة الدانميركية تحت تصرف بوهر وأسرته من خلال أموال هيئة – كارلسبرج • لقد لعب هذا البيت لسنوات عديدة دورا هاما ومميزا كنقطة تجمع للفيزيائيين الذريين من كل أنحاء العالم • بنى هذا البيت على طراز المنازل العتيقة في مدينة بومبى (Pompeii) في ايطاليا وبرز على واجهته التأثير القوى لفنان النحت الشهير « ثورفالديسن » (Thorwaldsen) الذى انعكس على الحياة الثقافية الدانميركية • كانت حجرة المعيشة الفسيحة تؤدى الى الحديقة الكبرى التي توسطتها نافورة واسعة محاطة بأحواض الزهور • كما حفت الحديقة

الأشجار الطائلة القديمة التى ظللت بعض المقاعد هناك فزودت كل من يجلس عليها بحماية ضد الشمس والمطر ·

على الناحية الأخرى من الممر فى الدور الأرضى كانت توجد الحديقة الشتوية التى زين منتصفها نبع المياه الطبيعية التى كان خريرها يقطع الهدوء المخيم فوق هذا الجزء من البيت ·

لكم كانت تتراقص فوق مياه هذا النبع كرات البنج بونج أثناء لعبنا وكم تحدثنا مرارا حول الأسباب الفيزيائية لهذه الظاهرة ·

خلف الحديقة الشتوية تواجدت صالة الأعمدة التى تشبه المعابد الاغريقية ـ والتى كانت تستخدم فى حفلات الاستقبال للمؤتمرات العلمية المختلفة · فى هذا البيت سمح لى بوهر بالنزول ضيفا عليه وعلى أسرته لبضعة أسابيع وقد حدث أن الفيزيائى الانجليزى لورد رذفورد ـ الذى دعى بعد ذلك باسم الأب الروحى للفيزياء الذرية ـ كان يقضى أجازة قصيرة فى معهد بوهر بكوبنهاجن · وهكذا سنحت الفرصة أن نتجول ثلاثتنا فى الحديقة الكبرى ونتبادل آراءنا حول التجارب العملية الجديدة وحول بناء النويات الذرية · وقد دارت احدى هذه المحاورات كما يلى :

لورد رذرفورد : « ترى ما الذى يحدث فى رأيكما اذا قمنا ببناء « أجهزة ذات جهد عال أو مكنات تعجيل » أخرى وأطلقنا بروتونات ذات طاقات مرتفعة وسرعات كبيرة على النويات الثقيلة ؟هل ستخترق القذيفة السريعة ببساطة النواة ، ربما دون احداث أى ضرر بها ، أو هل ستبقى فى النواة بحيث تنتقل فى النهاية كل طاقة حركتها اليها ؟ اذا كان التأثير المتبادل بين مكونات النواة مهما جدا ، كما يعتقد نيلز ، فانه يتحتم على القذيفة أن تبقى فى النواة · أما اذا كانت البروتونات والنيوترونات تتحرك منفصلة ـ تقريبا ـ داخل النواة ـ بدون « التأثير الشديد » لكل منها على الآخر فانه ربما تخترق القذيفة النواة دون احداث اضطراب كبير » ·

بوهر : « اننى أريد بالطبع أن اعتقد أن القذيفة ستبقى عادة داخل نواة الذرة وأن طاقة حركتها فى النهاية ستتوزع حول مكونات النواة بالتساوى تقريبا وذلك لأن التأثير المتبادل كبير جدا · واذن فان النواة ستصبح من خلال هذا التصادم أكثر سخونة ويمكننا حساب درجة سخونتها عن طريق « الحرارة النوعية » لمادة النواة ومن الطاقة الكامنة فى القذيفة · وما يحدث بعد ذلك يمكن وصفه من الناحية الأولية كتبخر جزئى للنواة · وهذا يعنى أن بعض

الجسيمات القريبة من السطح ستحصل على طاقة عالية تمكنها من ترك النواة . ولكن ترى ما رأيك أنت بهذا الصدد ؟ » .

كان السؤال موجها لى .

هيزنبرج : « اننى ايضا أريد أن أعتقد فى ذلك ، بالرغم من أنه لا يتلاءم مع تصوراتنا فى ليبزيج عن مكونات النواة التى نعتبرها تتحرك تقريبا بحرية داخلها . ولكن اذا دخل الى النواة جسيم سريع جدا ، فانه سيؤدى نتيجة ـ لقوى التأثير المتبادل ـ الى تصادمات متعددة وبهذا يفقد طاقته . أما بالنسبة للجسيم البطىء الذى يتحرك داخل النواة بطاقة صغيرة فربما يكون الوضع مختلفا وذلك لأن الطبيعه الموجية للجسيم ستلعب دورا وبذلك يهبط عـــدد « التحميـلات الطاقية » (Frergieuber tragungen) التى يمكن توقعها . عندئذ ربما يكون من الممكن التغاضى عن فعل التأثير المتبادل تقريبا . ولكن يجب أن يكون ممكنا ببساطة حساب هذا التقريب وذلك لأننا نعرف فى الواقع الكفاية عن النويات الذرية . اننى سأحاول من جانبى القيام بمثل هذا الحساب عند عودتى الى ليبزيج . ولكننى أريد هنا طرح سؤال مضاد . هـل يمكن تصـور أن الاستمرار فى زيادة قدرة مكنات التعجيل سيؤدى فى النهاية الى تطبيقات تكنولوجية للفيزياء النووية ، مثلا من النوع الذى يمكن فيه التخليق الصناعى لعناصر كيميائية جديدة بكميات كبيرة ، أو من النوع الذى تستخدم فيه « طاقة الحزم » (Bindungs energie) النووية كما تستخدم « طاقة الربط الكيميائية » أثناء حرق المواد الكيميائية ؟

ان هناك رواية انجليزية مثيرة يخترع فيها فيزيائى فى لحظات التوتر السياسى الشديد لبلده قنبلة ذرية ، ومن ثم يستطيع ـ مثل « اله الآله » (١) (Deus-ex machine) ـ التغلب على كل الصعوبات السياسية . بالطبع فان هذا يعتبر نوعا من أحلام اليقظة . ولكن بشكل أكثر جدية ، لقد زعم الفيزيائى والكيميائى نرنست (Nernst) فى برلين ذات مرة أن الكرة الأرضية فى الواقع عبارة عن برميل من البارود لا ينقصه الا عود الثقاب الذى يمكن أن يؤدى الى انفجاره ان ذلك يعتبر منطقيا أيضا ، اذا تصورنا امكانية توحيد كل أربعـة نويات هيدروجنية من ماء البحر الى نواة ذرة هيليوم واحدة . عندئذ ستتحرر كميـــة كبيرة من الطاقة بحيث ان برميل البارود يعتبر تصغيرا مضحكا لها » .

(١) اله فى المسرحيات الاغريقية يخرج من آلة ما لحل كل المشكلات القائمة .

بوهر : « لا ، ان مثل هذه التأملات لم يتم بعد التفكير فيها حتى النهاية ٠ ان الفارق الاساسى بين الكيمياء والفيزياء يكمن فى أن العمليات الكيميائية فى العادة تتم بسبب العدد الكبير للجزيئات فى العنصر المناظر ، مثلا فى البارود ، بينما نحن فى الفيزياء النووية نستطيع دائما اجراء التجارب بواسطة عدد قليل من النويات ٠ ان هذا العدد لن يتغير من الناحية الأساسية أيضا عند استخدام «أجهزة التعجيل» الكبيرة ٠ ان عدد الجزيئات المشتركة فى التفاعلات أثناء اجراء تجربة كيميائية يتناسب مع عدد النويات المشتركة فى التفاعلات النووية التى تمت حتى الآن كالنسبة بين قطر نظامنا الكوكبى وقطر حجر الصوان ، وحتى فانه لا يوجد فارق كبير اذا استبدلنا حجر الصوان بقطعة من الصخر ٠ بالطبع فان الوضع يصبح مختلفا اذا امكننا توصيل قطعة من المادة الى درجات حرارة عالية بحيث ان طاقة الجسيمات المنفردة تصبح كافية للتغلب على قوى التنافر بين النويات المختلفة واذا استطعنا المحافظة فى نفس الوقت على درجة ارتفاع كثافة المادة بحيث ان التصادمات لا تصبح شيئا نادرا ٠ ولكن للوصول الى هذا يلزم الوصول الى درجات حرارة تبلغ بليون درجة، وعند هذه الدرجة بالطبع لم تعد توجد جدران للأوعية التى يمكننا حجز المادة فيها ، انها تكون عندئذ قد تبخرت كلها » ٠

لورد رذرفورد : « حتى الآن لا يوجد من يتحدث عن امكانية اكتساب الطاقة عن طريق العمليات النووية ، وذلك لأنه بالرغم من أن اضافة بروتون أو نيوترون الى نواة ما فى العمليات النووية المختلفة يؤدى فعلا الى تحرير بعض الطاقة ، فانه يلزمنا لبدء هذه العمليات فقد كمية من الطاقة أكبر بكثير من الطاقة المتحررة ، وذلك مثلا فى تعجيل عدد كبير من البروتونات التى لا تشترك معظمها فى التفاعل ٠ ان الجزء الأكبر من هذه الطاقة المفقودة يكون على شكل « حركة حرارية » (Warme bewegung) ٠ واذن من ناحية الطاقة فان التجريب بالنويات الذرية يعتبر حتى الآن تجارة خاسرة ٠ والحديث حول الاستخدام التكنولوجى للطاقة النووية يعتبر الآن هراء » ٠

اتفقنا فى نهاية حديثنا على هذا الرأى بسرعة ، ولم يكن أى منا يدرك فى تلك اللحظة أنه بعد بضع سنوات قليلة سيتغير الموقف جذريا من خلال اكتشاف « أوتوهان » (١) (Otto Hahn) للانشطار النووى ٠

لم يؤثر القلق الذى أصبح شيمة كل شىء فى ذاك الزمان على الهدوء

---

(١) كيميائى المانى (١٨٧٩/٣/٨ – ١٩٦٨/٧/٢٨) ٠

المخيم فوق الحديقة الكبرى فى بيت بوهر وجلسنا بدورنا فوق مقعد استظل بشجرة ضخمة وأخذنا نتأمل كيف أن نسمة الهواء تحرف من وقت لآخر قطرات الماء الساقطة من النبع وكيف تقع القطرات فوق أوراق الورود ثم تتلألأ بأشعة الشمس الساطعة ٠

شرعت بعد عودتى الى ليبزيج فى القيام بالبحث الذى وعدت به فى كوبنهاجن الذى عضدت نتائجه تخمينات نيلز بأن البروتونات السريعة الخارجة من مكنات التعجيل الكبيرة تبقى فى العادة فى النواة وتعمل من خلال التصادم على تسخينها ٠

لقد أمكن تقريبا فى نفس الوقت المشاهدة الفعلية لتفاعلات من هذا النوع استخدمت فيها البروتونات السريعة للأشعة الكونيــة — بيد أن البحث المشار اليه سابقا قد زودنا بمبررات تفيد بامكانية التركيز على « التأثير المتبادل الشديد » للجسيمات داخل النواة فى التقريب الأول للبناء الداخلى لها ٠ ومن ثم فقد استمرت أبحاثنا تسير فى هذا الاتجاه ٠

فى هذه الأثناء قام كارل فريدريش — الذى كان يعمل فى ذلك الحين كمعاون للعاملة ليزا مايتنر(١) (Lise Meitner) فى معهد أوتوهان فى « داليم » (Dahlem) ببرلين — مرات كثيرة بزيارة حلقتنا العلمية فى ليبزيج ليخبرنا عن سير الأبحاث هناك ٠ وقد اطلعنا فى احدى هذه المقابلات على أبحاثه الخاصة حول التفاعلات النووية فى جوف الشمس والنجوم التى استطاع فيها أن يثبت نظريا أن هناك تفاعلات معينة تتم بين نويات خفيفة فى الأجزاء الساخنة فى جوف النجوم وأن الطاقة الهائلة التى تشع باستمرار من النجوم يبدو أنها تنبع من هذه العمليات النووية ٠ وفى نفس الوقت نشر « بيته » (٢) (Bethe) فى أمريكا أبحاثا مماثلة ، وقد تعودنا بعد ذلك على اعتبار النجوم أفرانا ذرية هائلة يتم فيها الحصول على الطـاقة النووية من خلال عملية لا يمكن التحكم فيها تكنولوجيا ٠ وتعتبر هذه العملية ظاهرة طبيعية تحدث أمامنا باستمرار ٠ ولكن بالرغم من هذه الأبحاث لم يكن هناك أى حديث حول التكنولوجيا الذرية ٠

لم يجر العمل فى حلقتنا العلمية بليبزيج حول الأبحاث النووية فقط ٠ لقد تمت أثناء ذلك الأفكار التى أردت بها توضيح طبيعة الجسيمات الأولية فى تلك الليلة فى عشــة الانزلاق على الجليد عند جبل الآلم ، فاصبحت مثلا فرضية بول ديراك عن وجود المادة الضد من خلال تجارب عملية كثيرة جزءا مؤكدا من علمنا ، وعرفنا أنه توجــد عملية فى الطبيعة

---

(١) فيزيائية نمساوية (١٨٧٨/١١/٧ — ١٩٦٨/١٠/٢٧) ٠

(٢) Hans Bethe فيزيائى المانى هاجر الى أمريكا (١٩٠٦/٧/٢ —) ٠

تتحول فيها الطاقة الى مادة وذلك عن طريق تكوين زوج (اليكترون + بوزيترون) من الطاقة المشعة • وكان من الممكن فرض أن هناك عملية أخرى من هذا النوع يمكن أن توجد وبدأنا نحاول تأمل الدور الذى تلعبه هذه العمليات عندما تتلاقى جسيمات أولية ذات سرعات عالية •

كان رفيقى فى المحاورة التالية حـول هذه التأملات هو « هانس أويلر » «Hans Euler» الذى انضم الى مجموعتى منذ بضع سنوات قبل ذلك ، وحاز على انتباهى المبكر ليس فقط لموهبته الممتازة ولكن أيضا لمظهره الخارجى • لقد بدا رخوان أكثر حساسية من الطلبة الآخرين تعتمل فوق وجهه علامات الحزن كلما شرع فى الابتسام عدا ذلك فقد كان وجهه النحيف متجهما بعض الشىء تعلوه خصلات شعره الأصفر المجعد • وتنم لغته على قدرة فائقة من التركيز الشديد التى لم تكن شيئا عاديا بالنسبة لشاب فى سنه • لم يكن من الصعب للوهلة الأولى معرفة أنه يعيش فى أحوال مادية سيئة ولذلك فقد سررت عندما تمكنت من توفير وظيفة مساعد معاون له •

بعد وقت طويل أصبحت ثقة هانس أويلر بى كاملة تقريبا ومن ثم بدأ يحيطنى بحجم المشاكل والصعوبات التى تقف فى طريقه ، منها أن والده لم يستطع جمع المال اللازم لدراسته وأنه شخصيا شيوعى مقتنع وربما أن والده قد ضاقت حاجته بسبب اتجاهه السياسى ، وأن خطيبته هربت من ألمانيا الى سويسرا نظرا لأصلها اليهودى • ولم يكن أويلر يتناول الحديث عن المجموعة (١) التى أمسكت بمقاليد السلطة السياسية منذ عام ١٩٣٣ الا بكل ازدراء • غير أنه قلما رغب الخوض فى مثل هذه الأحاديث • لقد كانت اذن لقاءاتنا المتعددة بالدرجة الأولى عونا ماديا له وبالدرجة الثانية مدعاة لمحاورات مختلفة تناولنا فى بعضها احتمال هجرته من ألمانيا • غير أنه لم يأخذ مطلقا مثل هذه الأحاديث مأخذا جادا ، بل اننى قد شعرت بارتباطه الوثيق بألمانيا ولكنه أيضا قلما رغب الحديث عن ذلك •

فى احدى محاوراتنا تناولنا الحديث حول العواقب المحتملة لاكتشاف ديراك ولعملية تحويل الطاقة الى مادة •

أويلر : « لقد تعلمنا من ديراك أنه اذا مر كم ضوئى على نواة ذرة ما فانه قد يتحول الى زوج من الجسيمات اليكترون وبوزيترون • فهل يعنى هذا أن الكم الضوئى يتكون من بوزيترون واليكترون ؟ أى أنه عبارة

---

(١) أى هتلر ورفاقه •

عن نظام نجمي ثنائي يدور فيه الاليكترون والبوزيترون كل حول الآخر • أم أن هذه الفكرة تعتبر تصورا توضيحيا خاطئا ؟ » •

هيزنبرج : « انني لا أعتقد أن مثل هذه الصورة تتضمن كثيرا من الحقيقة ، وذلك لأنه من هذه الصورة يمكن استنتاج أن كتلة مثل هذا النجم الازدواجي ليست أقل كثيرا من مجموع كتلتي جزئيه ، كما أنه من غير الواضح ، لماذا يتحتم على هذا النظام أن يتحرك في الفراغ بسرعة الضوء ؟ وربما يستطيع أن يصل في مكان ما الى السكون » •

أويلر : « ولكن ما الذى يمكن قوله اذن عن « الكم الضوئى بهذا الصدد ؟ »

هيزنبرج : « لعل علينا أن نقول ان الكم الضوئى يتكون « امكانيا (Virtuell) » من اليكترون وبوزيترون حيث تشير كلمة « امكانيا » هنا الى احتمال وقوع هذا التكوين • ان الجملة السابقة تزعم فقط أن الكم الضوئى يحتمل أن يتحلل فى بعض التجارب العملية الى اليكترون وبوزيترون لا أكثر » •

أويلر : « انه لمن الممكن فى التصادمات عالية الطاقة أن يتحول الكم الضوئى الى اليكترونين وبوزيترنين أيضا ، فهل سنقول عندئذ أن الكم الضوئى يتكون « امكانيا » من هذه الجسيمات الأربعة ؟ » •

هيزنبرج : « نعم ، انني أعتقد أن هذا سيكون لازما • ان كلمة « امكانيا » ، التى تشير الى الاحتمال ، تسمح بالزعم أن الكم الضوئى يتكون « امكانيا » من جيسيمين أو أربعة • ان وجود احتمالين مختلفين فى قضية ما لا يلغى أحدهما الآخر » •

أويلر : « ولكن ما الذى نكسبه من مثل هذه الجملة ؟ • عندئذ يمكن القول ان جسيما أوليا يتكون « امكانيا » من عدد غير محدد من الجسيمات الأولية الأخرى ، وذلك لأنه أثناء عمليات التصادم ذات الطاقة العالية يمكن لمثل هذا العدد غير المحدد من الجسيمات أن يتكون • واذن فاننا لا نستطيع الجزم بمقولة محددة حول الجسيمات الأولية» •

هيزنبرج : « لا ، أنه لايمكن القول ان عدد ونوع الجسيمات غير محدد • فقط ان هذه التنسيقات (Konfigurationen) من الجسيمات التى لها نفس التماثل مثل الجسيم الأصلى يمكن اعتبارها وصفا محتملا لهذا الجسيم • وبدلا من كلمة تماثل هنا يمكننا أن نقول بطريقة أدق : « خاصية الانتقال » (Transformation oigenschaft)

المقابلة لمثل هذه « التأثيرات » (Operationen) ، التى تظل تحتها القوانين الطبيعية محافظة على أشكالها (١) ٠

لقد تعلمنا من ميكانيكا الكم أن مستويات الطاقة الثابتة لذرة ما تعتبر مميزة بخلال صفاتها التماثلية (Symmetrie Eigenschaften) وهذا سيكون الحال أيضا لدى الجسيمات الأولية التى تعتبر مستويات ثابتة من المادة » ٠

أويلر : « ان هذا الذى تقوله الآن يعتبر تجريدا مطلقا ٠ انه لمن المهم الآن التفكير فى تجارب عملية تتم بطريقة مختلفة عما افترضناه حتى الآن ويرجع هـذا الاختلاف الى أن الكمات الضـوئية تتكون امكانيا من أزواج جسيمية ٠ وربما يمكننا أن نخمن أننا سنحصل ــ على الأقل ــ على نتائج معقولة كيفيا عندما نأخذ صورة النظام النجمى الزوجى ــ والو للحظة واحدة ــ مأخذا جادا وعندما نسأل عما يجب أن ينتج وفقا للفيزياء الكلاسيكية ٠ فمثلا لعل ذلك يؤدى بنا الى الاهتمام بمشكلة ما اذا كان الشعاعان الضوئيان اللذان يتقاطعان فى حيز فارغ يمران خلاله مختلطين كما افترضنا حتى الآن وكما تتطلب معـادلات ماكسـويل القديمة ٠ فاذا كان أحد الشـعاعين يتكون « امكانيا » من أزواج من الاليكترونات والبوزيترونات فلابد أن يتشتت الشعاع الآخر بهذه الجسيمات ومن ثم لا بد وأن يكون ممكنا مشاهدة ظاهرة « تشتت الضوء بالضوء » (Streuung von Licht an Licht) أو مشـاهدة اضـطراب متبـادل بين الشعاعين الاثنين يمكن حسابه نظريا وفقا لنظرية ديراك » ٠

هيزنبرج : « ان قدرة الانسان على مشاهدة شىء من هذا تعتمد على حجم هذا الاضطراب المتبادل ٠ ولكن لم لا تحسب أنت تأثير مثل هـذا الاضطراب ، فربما يجد الفيزيائيون العمليون بعد ذلك وسائل وطرق لمشاهدتها » ٠

أويلر : « فى الواقع أننى أجد أن فلسفة « كما لو (Als ob) » التى تستخدم هنا ، شىء غريب جـدا ٠ ان الكم الضوئى يتصرف فى تجارب عملية كثيرة « كما لو » كان يتكون من اليكترون وبوزيترون ٠ وهو يتصرف أحيانا أخرى « كما لو » كان يتكون من اثنين أو أكثر من هذه الأزواج ٠ يبدو أننا نقع فى شباك فيزياء باهتة غير محددة تماما ٠ بيد أننا نستطيع باستخدام نظرية ديراك حساب احتمالية

(١) المقصود هنا هو أن كل الجسيمات التى تملك خاصية الانتقال هذه تعد وصفـا محتملا لهذا الجسيم ٠

وقوع حدث محدد بدرجة عالية من الدقة والتجارب العملية ستعضد النتائج فعلا » • لقد حاولت من جانبي الاستطراد في بناء فلسفة « كما لو » هذه ، ومن ثم قلت :

هيزنبرج : « انك تعرف بالقطع أن الفيزيائيين العمليين قد وجدوا حديثا نوعا من الجسيمات الأولية متوسطة الثقل ، « الميزونات » (Mesonen) ، بالاضافة الى ذلك توجد القوى الشديدة التي تحفظ النواة والتي لا بد وأن تناظرها أي من الجسيمات الأولية وفقا لمبدأ ازدواجية الموجة والجسيم • وربما مازال يوجد عدد كبير من الجسيمات الأولية ، التي لم نعرفها حتى الآن وذلك فقط لأن « فترةعمر » (١) (Le bensdauer) كل منها قصيرة للغاية • اننا نستطيع أن نقارن وفقا لفلسفة « كما لو » هذه أي جسيم أولي بنواة ذرية أو بجزيء ، وهذا يعني أنه يمكننا التصرف كما لو أن كل جسيم أولي يتكون من كومة من عدد كبير من الجسيمات الأولية التي قد تكون مختلفة • وعندئذ يمكننا أن نسأل الآن نفس السؤال الذي طرحه لورد رذرفورد في كوبنهاجن بالنسبة للنواة : ماذا يحدث عندما نقذف جسيما أوليا بجسيم أولي آخر ذي طاقة عالية جدا ؟ هل سيبقى الجسيم الثاني في الأول ، الذي تصورناه على شكل كومة من الجسيمات الأولية ، ثم يقوم بتسخين هذه الكومة ثم بعد ذلك يؤدي الى تبخيرها أم أنه سيمر خلال الكومة دون احداث اضطراب كبير ؟ ان هذا يعتمد بالطبع أيضا على شدة التأثير المتبادل ـ الذي لا نعرف أي شيء عنه ـ في مثل هذه العمليات • ولكن ربما يكون من المستحسن الآن حصر الاهتمام على التأثيرات المتبادلة المعروفة لنا ومحاولة كشف ما ينتج عنها » •

لقد كنا آنذاك بعيدين فعلاً عن الفيزياء الحقيقية للجسيمات الأولية ولم تكن لدينا سوى بعض نقط الارتكاز في هذا المجال لا تنم عن تجريب منظم • بعد لحظات أراد أويلر أن يعرف حكمي على التطور في هذا الميدان من الفيزياء الذرية وقال :

أويلر : « لقد أدى اكتشاف ديراك والاستدلال العملي على وجود المادة الضدية الى تعقيد الصورة الكلية في ميدان الفيزياء الذرية • لقد بدا لنا لوقت طويل كما لو أننا نستطيع بناء العالم كله من ثلاثة مكونات فقط ، أي البروتون والاليكترون والكم الضوئي • حقيقة ان ذلك كان تصورا مبسطا ، ولكننا أملنا أن نستطيع فهم كنه العالم

(١) الزمن اللازم لكي تنحل كمية معينة من هذه الجسيمات الى نصفها •

بواسطته • بيد أن الصـورة الآن قد أصـبحت مليئة بالغموض والحيرة • ان الجسيم الأولى لم يعد بعد أوليا ، بل انه ــ على الأقل امكانيا ــ تكوين معقد للغاية • ألا يعنى هذا أننا قد أصبحنا بعيدين جدا عن فهم ما كنا قد فهمناه قبل ذلك ؟

هيزنبرج : « لا ، اننى لا أوافق على هذا ، وذلك لأن الصورة السابقة المعتمدة على المكونات الأولية الثلاثة لم تكن صادقة • لماذا يجب أن يوجد ثلاثة من مثـل هذه الوحـدات العشوائية التى يصل ثقل احداها ، أى البروتون ، ١٨٣٦ مرة ثقل الآخر ، أى الاليكترون ؟ وما الذى يميز العدد ١٨٣٦ عن غيره من الأعداد ؟ ولماذا يجب أن تكون هذه الوحدات غير قابلة للتحطيم ؟ اننا نستطيع قذف كل منها بطاقات عشوائية على الآخر ، فهل يمكننا أن نصدق أن الصلابة الداخلية لهذه الجسيمات قد تعدت كل الحدود ؟

والآن بعد اكتشاف ديراك فان العملية كلها قد صارت أكثر تعقلا • ان الجسيم الأولى يحدد ، (تماما مثل مستويات الطاقة لذرة ما) ، من خلال صفاته التماثلية • ان « استقرارية الأشكال » (die Stabilitat der Former) التى اعتبرها بوهر فى زمانه نقطة الانطلاق فى نظريته والتى يمكن أن تفهم ــ على الأقل من الناحية المبدئية ــ فى ميكانيكا الكم ، هى أيضا المسئولة عن وجود واستقرارية الجسيمات الأولية • ان هــذه الأشكال تعتبر تكوينهـا باستمرار كلما تحطمت ، تمـاما مثل الذرات بالنسبة للكيميائى ، وهذا طبعا يرجع الى أن التماثلية مرتبطة عضويا بالقانون الطبيعى • وبالطبع فاننا مازلنا بعيدين عن امكانية التعبير عن القوانين الطبيعية المسئولة عن تركيب الجسيمات الأولية ، ولكننى أعتقد أننا سنستطيع من هذه القوانين الوصول الى العدد ١٨٣٦ • وفى الواقع فاننى مفتون للغاية بفكرة أن التماثل يعتبر شيئا أوليا من الجسيم • ان هذا يتفق تماما مع نظرية الكم كما فهمها بوهر دائما • كما أنه يتلاءم مع فلسفة أفلاطون ولكن هذا لا يجب أن يهمنا الآن كفيزيائيين • فلنبق لدى ما يمكننا بحثه مباشرة • ومن هنا يجب عليك اجراء الحسابات اللازمة لعملية تشتت الضوء بالضوء ودع لى الاهتمام بالقضية العـامة حول ما يحدث عند تصادم جسيمين أوليين ذى طاقة عالية » •

لقد استطاع كل منا أن يلتزم بهذا البرنامج فى الشهور التالية ، ومن حساباتى أمكن استنتاج أن التأثير المتبادل ــ المهم فى تحلل بيتا فى نويات الذرات المشعة ــ يصبح قويا عند الطاقات العالية بحيث انه أصبح محتملا عند تصادم جسيمين أوليين ذى طاقة عالية أن يتكون عدد كبير من الجسيمات الجديدة • لقد كانت هناك اشارة فى ذلك الحين الى وجود

ما يسمى « بالانتاج المتعدد » (Viel facherzengungen) للجسيمات الأولية فى الأشعة الكونية ، ولكن لم تكن هناك بعد براهين تجريبية جيدة · ولم يتمكن الانسان من مشاهدة هذه العمليات مباشرة الا بعد مرور عشرين سنة كاملة · لقد حسب أويلر مع طالب آخر فى حلقتى العلمية ، يدعى « كوكيل » (Kockel) تشتت ضوء بضوء آخر ، وبالرغم من أن الاثبات التجريبى العملى لا يمكن اجراؤه مباشرة هنا فانه لا يوجد اليوم شك فى أن التشتت المزعوم من أويلر وكوكيل يوجد بالفعل ·

١٤ ـ تصرف الأفراد أثناء الكارثة السياسية

(١٩٣٧ ـ ١٩٤١)

ان السنوات السابقة مباشرة للحرب العالمية الثانية ـ بقدر ما عشتها فى ألمانيا ـ تبدو لى دائما كسنوات من الوحدة الموحشة غير المحدودة لقد ثبت النظام الاشتراكى القومى نفسه لدرجة أنه لم يعد ممكنا التفكير فى تحسين الأوضاع من الداخل ٠٠ وفى نفس الوقت ازدادت عزلة ألمانيا شيئا فشيئا عن بقية العالم ، وقد كان واضحا أن القوى المضادة لها فى الخارج قد بدأت فى تشكيل نفسها ٠

لقد تضخم التسليح العسكرى عاما بعد عام وبدا أنها فقط مسألة وقت حتى تدخل هذه القوى المنظمة فى صراع بلا رحمة لا يمكن تخفيف وطأته من خلال القوانين الدولية واتفاقيات الحرب أو أى موانع أخلاقية ٠ بالاضافة الى ذلك فقد نما الشعور بالعزلة داخل ألمانيا نفسها فأصبح التفاهم بين الناس صعبا للغاية ولم يعد من الممكن الحديث بحرية سوى فى دائرة الأصدقاء الضيقة ٠ وأمام الآخرين أصبح كل منا يستخدم لغة حذرة مكتومة تغطى أكثر مما تكشف ٠ لقد كانت الحياة بالنسبة لى فى هذا العالم من عدم الثقة غير محتملة ، كما ان حقيقة أنه لا يمكن أن توجد فى نهاية هذا التطور سوى كارثة كليــة لألمانيا ، أظهرت لى كيف أن الواجب الذى وضعته أمامى منذ زيارتى لبلانك يعتبر شيئا مستحيلا ٠

وهكذا فانني أتذكر صباح ذلك اليوم البارد من عام ۱۹۳۷ الذى كان على أن أبيع فيه فى شوارع مدينة ليبزيج تذاكر معونة الشتاء (١) ٠

لقد كان هذا العمل ينتمي الى مجموعة المهانات والحلول الوسط التى كان علينا أن نتحملها فى ذلك الحين ، بالرغم من أننى أستطيع القول ان جميع النقود للفقراء لا يعتبر عملا رذيلا فى ذاته ٠ لقد كنت أثناء تجولى بعلبة جمع النقود فى حالة من اليأس الكلى ٠ ليس بسبب مطالبة الناس بالتبرع والتذلل لهم أحيانا ـ فقد بدا كل ذلك غير مهم لى ـ ولكن بسبب انعدام جدوى ما أفعل وجدوى كل ما دار حولى ٠ وقفت فى الشارع فجأة وانتابتني حالة معنوية غريبة ، لقد بدت المنازل على جانبى الشارع الضيق وكأنها بعيدة عن بعضها أو كأنها غير واقعية ٠ كلها قد تحطمت ولم تعد هناك سوى صورها الباهتة ، وأصبح للناس تأثير أكثر شفافية ، وكأن أجسامهم قد انفصلت عن العالم المادى ولم يعد ممكنا التعرف عليهم الا من تركيبهم الروحى ٠ خلف هذه الصورة المؤلمة والسماء الرمادية ، رأيت نهارا وضاحا ، لقد شاهدت بعض الناس ينظرون الى بشىء من البشاشة ويعطونى نصيبهم بنظرة اعادتنى من غربتى للحظات ضئيلة ، صرت بعدها وحيدا مرة أخرى وبدأت أحس أن الوحدة الشديدة ربما تؤثر على كل قواى ٠

فى مســاء هــذا اليوم كنت مدعوا الى بيت الناشر « بوكنج » (Bucking) للاستمتاع بالموسيقى الهادئة ٠ وكان أحد الزائرين الآخرين هو الحقوقى « ياكوبى » (Jacobi) من جامعة ليبزيج الذى كان عازفا ممتازا لآلة الكمان وصديقا مخلصا لى ٠ مع صاحب البيت كلاعب شيللو (Cellist) لعبنا « ثلاثية بيتهوفن مقام ـ G » التى كنت أتقنها منذ أيام شبابى ٠ لقد قمت عام ۱۹۲۰ بعزف المقطع البطىء منها فى حفل انتهاء الدراسة الثانوية ٠ ولكننى كنت هذه المرة خائفا من الموسيقى ومن مقابلة أناس جدد وشعرت بأننى لست على مستوى متطلبات هذا المســاء ، ومن ثم فقد كنت مسرورا لأن دائرة المدعــوين كانت ضيقة للغاية ٠ من بين المستمعات الشابات كانت هناك واحدة تزور بيت بوكنج للمرة الأولى وقد استطاعت من الحوار الأول معى عبور هذه الغيبوبة التى كنت قد وقعت فيها فى هذا اليوم الغريب ٠ لقد أحسست معها أن الواقع يعود ثانية وكان المقطع البطىء للثلاثية الموسيقية استطرادا من جانبى للحوار معها ٠ بعد بضعة أشهر من هذا اليوم تزوجنا وقاسمتنى « اليزابيث شوماخر » (Elisabeth Schumacher) على طول السنوات القادمة بشجاعة

---

(١) كان هيزنبرج آنذاك حاصلا على جائزة نوبل منذ خمس سنوات ٠

نادرة كل الصعوبات والمخاطر . هكذا تكونت بداية جديدة فى حياتى واستطعنا سويا أن نهيىء أنفسنا لاجتياز العاصفة القادمة .

كان هانس أويلر ضيفا مستديما فى بيتنا وكنا نتشاور دائما حول المشاكل السياسية ، التى وقفت فى طريقنا . فى احدى هذه المرات كانت الجهات الرسمية قد طالبت أويلر بالاشتراك فى معسكر المعاونين والمحاضرين الذى سينعقد لبضعة أيام فى مكان قريب من منطقتنا . لقد نصحته بزيارة المعسكر وذلك حتى لا يعرض وظيفته للخطر ورويت له عن القائد فى جماعة شباب هتلر الذى فتح لى قلبه ذات مرة والذى سيقابله فى المعسكر . وأشرت اليه بالاتصال به فربما ينتج معه حديثا طيبا .

بعد نهاية المعسكر عاد أويلر متأثرا وقلقا للغاية وطفق يقص علينا انطباعاته .

أويلر : « ان التركيب الانسانى لمثل هذه المعسكرات يعتبر غريبا للغاية . بالطبع فان أغلبية الذين ذهبوا الى هناك كانوا مثلى لا يرغبون فى تعريض وظائفهم للخطر ولم أستطع اقامة علاقات معهم . ولكن هناك مجموعة صغيرة من الشباب ينتمى اليها القائد ــ الذى أشرت اليه ــ فى جماعة هتلر ، والذين يؤمنون فعلا بمبدأ الاشتراكية القومية ويعتنون أن شيئا حسنا يمكن أن ينتج عن هذا . والآن فاننى أعرف تماما ماالذى اقترفته هـذه الحركة وأى مأساة ستحل بألمانيا اذا استمر بقاؤها . بيد أننى شعرت فى نفس الوقت أن بعض هؤلاء الشباب الاشتراكى القومى يرغب فى شىء مماثل لما أرغبه . انهم أيضا يرون أن هذا المجتمع المخدر المحافظ لم يعد يحتمل . هـذا المجتمع الذى يعتبر فيه الرخاء المادى معيارا لكل القيم . انهم يريدون احلال هذا الشكل الأجوف بشىء ملىء بالمعنى وبالحيوية . انهم يريدون جعل العلاقات بين الناس أكثر انسانية ، وهذا ما أريده أنا أيضا من الناحية المبدئية . اننى لا أستطيع أن أدرك لماذا يتحتم علينا أن نصادف مزيدا من اللاانسانية فى مثل هذه المحاولة . اننى أرى أن كل الأشياء تتصرف هكذا ، ومن ثم يولد عندى الشك الذى يربك الصورة كلهـا . لقد كنت أود منـذ زمن طويل أن تنجح الحركة الشيوعية ، ولو كان القدر قد قرر هذا ، لانقسم بالتأكيد الخير والشر بين الناس بطريقة أخرى،ولعلنا كنا سنستطيع انجاز أشياء كثيرة بطريقة أحسن . ولكننى لا أعرف ما اذا كانت كمية اللاانسانية ستكون أصغر منها الآن . انه يبدو أن النية الطيبة لدى الشباب لا تكفى لضمان ذلك . بعدها قد تأخذ قوى شديدة دورا فى اللعبة

ومن ثم سيصبح من غير الممكن التحكم في قواعدها · ولكن من ناحية أخرى فان الاجابة لا يمكن أن تكون أنه يجب علينا المحافظة على القديم بالرغم من أنه قد صار شكلا أجوف · ان ذلك سوف يصبح غير ممكن · واذن ماذا يجب علينـا أن نأمل الآن وماذا نستطيع عمله بالفعل ؟ » ·

هيزنبرج : « سيتحتم علينا بكل بسـاطة أن ننتظر حتى اللحظة التى نستطيع فيها أن نفعل شيئا ، وحتى ذلك الحين يجب علينا أن نحافظ على النظام فى الحدود الضيقة التى علينا أن نعيش بداخلها » ·

فى صيف ١٩٣٨ تجمعت السحب الداكنة للسياسة الدولية بطريقة مهددة بحيث ان تأثيرها بدأ ينعكس على منزلى الجديد · فقد كان محتما على أن أقضى شـهرين خـدمة عسـكرية فى « جيبير جسـياجرن » (Gebirgsjagern) فى « زونتهوفين » (Sonthofen) ، وقد وقفنا مرات عديدة مدججين بالسلاح استعدادا لترحيلنا الى الحدود التشيكية ولكن السحب تبددت مرة أخرى ، وكنت بدورى مقتنعا أن ذلك عبارة عن زحزحة قصيرة الأجل ·

بالقرب من نهاية العام حدثت طفرة جديدة فى علمنا · لقد جاء كارل فريدريش من برلين حاملا الأخبار الى واحدة من لقاءاتنا العلمية التى كانت تعقد كل ثـلاثاء ، لقد اكتشف أوتوهـان بعد قذف ذرة اليورانيوم بالنيوترونات أن عنصر الباريوم (Barium) قد تكون كواحد من العناصر الناتجة · وهذا يعنى أن نواة ذرة اليورانيوم قد انشطرت الى جسمين كبيرين متناسبين ، وبدأنا بالطبع على الفور بمناقشة ما اذا كانت هذه العملية يمكن أن تفهم وفقا لما نعرفه حول نواة الذرة · لقد قارنا منذ وقت طويل بين نواة الذرة وبين قطرة سائـل تتكون من بروتونات ونيوترونات وقد تمكن كارل فريدريش منذ سنوات من تقدير « الطاقة الحجمية » (Volumenenergie) ، و « التوتر السطحى » وقوى التنافر الكهروستاتيكية فى داخل القطرة عن طريق النتائج العملية · والآن فقد ثبت لدهشتنا أن عملية الانشطار النووى الغير متوقعة ممكنة للغاية · وفى النويات الثقيلة بدا أن عملية الانشطار يمكن أن تتم ذاتيا عن طريق التزويد بالطاقة بواسطة مساعدة صغيرة من الخارج · ومن ثم فان قذف نيوترون على احدى هذه النويات يمكن أن يؤدى الى عملية الانشطار · لقد بدا أنه من الغريب جدا أننا لم نفكر فى هذا الاحتمال من قبل · هذه التأملات أدت الى نتيجة أخرى مثيرة للغاية بنيت على أن قسمى النواة المنشطرة كانتا ـ بعـد الانشطار مباشرة ـ على شـكل مكونين غير كرويين تماما ، وهذا يعنى أنهما كانتا تحتويان على فيض

من الطاقة التي يمكن أن تكون قد أدت الى عملية تبخر ومن ثم الى تزويدنا ببعض النيوترونات الهاربة من السطح • واذن فربما تقابل هذه النيوترونات نويات يورانيوم أخرى وتؤدى الى انشطارها وخروج نيوترونات جديدة ، وهكذا ، أى أننا فى النهاية نحصل على مجموعة من « التفاعل المتسلسل » (Kettenreaktion) • بالطبع كان لا بد وأن تجرى تجارب كثيرة قبل أن تصبح مثل هذه الخيالات واقعا محققا فى الفيزياء • ولكن هذه الوفرة من الاحتمالات بدت لنا فاتنة وغريبة • بعد مرور سنة على هذا الحدث كنا قد أصبحنا فى مواجهة مباشرة للسؤال حول الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية فى الماكينات أو فى الأسلحة الذرية •

اذا كان لا بد على سفينة من السفر فى اعصار مدمر فانه يتحتم غلق فتحات السفينة وشد حبالها وتثبيت الأجزاء المتحركة فيها وذلك لمواجهة هذ الدمار بأكبر درجة من الأمن يمكن الوصول اليها • انطلاقا من هذه الفلسفة ، قمت بالبحث فى ربيع ١٩٣٩ عن بيت ريفى لأسرتى فى المرتفعات الجبلية بحيث يمكن أن تلجأ اليه زوجتى وأولادى عندما تنهدم المدن • لقد عثرت على هذا البيت فى « أورفيلد » (Urfeld) بجوار « بحيرة الفالشين » (Walchensee) فى « الزودهانج » (Sudhang) مائة متر من أعالى الشارع الذى كنا فولفجانج باولى ، أوتولابورتى وأنا قد تناقشنا فيه حول نظرية الكم أثناء رحلة الدراجات • كان البيت قبل ذلك ملكا للرسام « لوفيز كورينث » (١)(Lovis Corinth) وقد كنت أعرف المنظر الجميل الذى تطل عليه شرفة المنزل من خلال صورة عن الريف حول بحيرة الفالشين التى رأيتها فى معارضه المختلفة •

ان هناك شيئا آخر تحتم أن يحدث قبل الحرب • لقد كانت لدى مجموعة من الأصدقاء فى أمريكا وأحسست بالرغبة فى رؤيتهم مرة أخرى قبل نشوبها ، وذلك لأننى لم أكن متأكدا من أننى سأقابلهم بعدها • ولكن اذا أتيحت لى فرصة المساعدة فى اعادة البناء بعد الكارثة فاننى أود الحصول على مساعدتهم •

واذن فقد قررت القيام بالقاء محاضرات فى جامعات « آن أربور » (Ann Arbor) فى شيكاغو فى شهور الصيف لعام ١٩٣٩ • بهذه المناسبة استطعت مقابلة « فرمى » (٢) (Fermi) الذى كنت قد اشتركت

---

(١) رسام المانى (١٨٥٨/٧/٢١ - ١٩٢٥/٧/١٧) •

(٢) Enrico Fermi فيزيائى ايطالى هاجر الى أمريكا (١٩٠١/٩/٢٩ - ١٩٥٤/١١/٢٨) •

معه منذ سنوات عديدة فى الحلقات العلمية لماكس بورن فى جوتنجين ٠ لقد صار فيرمى بعد ذلك ولسنوات عديدة الرأس الفائدة للفيزياء الايطالية ولكنه هاجر الى أمريكا قبل حلول الكارثة المتوقعة ٠

عندما قابلت فيرمى فى شقته سألنى عما اذا كان من المستحسن أن انتقل أنا أيضا الى أمريكا ٠

فيرمى : ماذا ترغب بعد فى ألمانيا ؟ انك لن تستطيع ايقاف الحرب ، وسوف يتحتم عليك القيام بأشياء وتحمل مسئوليتها بعد ذلك ، التى لا ترغب القيام بها ولا تحمل مسئوليتها ٠ لو أنك بمعايشتك لكل هذا الألم هناك تستطيع انجاز شىء حسن ، فاننى سأصبح متفهما لموقفك ، ولكن احتمالى هذا ضئيل للغاية ٠ أما هنا ، فانك تستطيع أن تبدأ من جديد ٠ ان كل البلد هنا قد بنيت من الأوربيين الهاربين من أوطانهم لأنهم لم يتحملوا ضيق العلاقات هناك ، لم يتحملوا الخلافات والصراعات بين الأمم الصغيرة والقهر والتحرير والثورة وكل البؤس الملازم لهذه الظروف ٠ لأنهم يريدون الحياة هنا فى بلد آخر واسع متحرر بدون عبء تاريخ الماضى كله ٠

لقد كنت فى ايطاليا رجلا كبيرا ولكننى هنا عدت الى فيزيائى شاب وهذا يعتبر بلا مقارنة أجمل بكثير ٠ لماذا لا تريد أنت أيضا أن ترمى بالعبء كله خلف ظهرك وتبدأ من جديد ؟ انك تستطيع هنا القيام بفيزياء جيدة والمشاركة فى الطفرة الكبيرة للعلم فى هذا البلد ٠

لماذا تريد التغاضى عن هذا الحظ السعيد ؟ » ٠

هيزنبرج : « ان ما تقوله ، أحس به جيدا ، وقد قلته لنفسى أكثر من ألف مرة ، كما أن احتمال مجيىء من أوربا الخانقة الى السعة هنا ظلت تراودنى باستمرار منذ زيارتى الأولى قبل عشر سنوات ٠ ربما كان من الواجب على أن أهاجر فى ذلك الحين ٠ ولكننى قررت تكوين دائرة حولى من الشباب الذين يرغبون فى المشاركة فى الجديد من العلم والذين سيعنون بعد الحرب مع آخرين بوجود علم حسن فى ألمانيا ٠ اننى سوف أشعر بالخيانة اذا تخليت عن هؤلاء الشبان الآن ٠ ان الشباب يستطيع بسهولة الهجرة بالمقارنة بنا ٠ انهم لن يجدوا بسهولة وظائف وانه ليبدو رخيصا لى لو أردت استغلال هذا الامتياز فى مصلحتى ٠ ان لدى الأمل ألا تستمر الحرب طويلا ٠ لقد لاحظت أثناء أزمة الخريف الماضى حين استدعيت كجندى ، أنه لا يوجد بيننا تقريبا من يرغب فى الحرب ٠ وعندما تظهر الخدعة الكبرى لسياسة السلام للقائد ، فاننى أتصور أن

الشعب الألمانى سيختار رجلا أفضل وسيحل نفسه من هتلر وأتباعه • بيد أننى أعترف أن أحدا لا يستطيع أن يجزم بهذا الآن »•

فيرمى : « ان ثمة مشكلة أخرى يجب عليك ان تتريث فيها • انك تعرف أن عملية الانشطار النووى ، التى اكتشفها أوتوهان ، ربما تستغل فى التفاعل المتسلسل • وانه من المحتم حساب احتمالية استخدام هذا فى التطبيقات التكنولوجية للطاقة النووية فى ماكينات التعجيل أو فى تصنيع القنابل الذرية • ان هذا التطور التكنولوجى سيدفع ـ فى حالة نشوب الحرب من الجانبين بكل قوة • كما أن الفيزيائيين الذريين سيجبرون فى البلد الذى يعيشون فيه عن طريق حكوماتهم على المساهمة فى هذا التطور » •

هيزنبرج : « ان هذا بالطبع يعتبر خطرا رهيبا ، ولكننى لا أعرف أن مثل هذه الأشياء يمكن أن تحدث • كما انك للأسف محق تماما فيما قلته بالنسبة للعمل والمسئولية المشتركة • ولكن هل تعد الهجرة حماية ضد كل هذا ؟ ان لدى الانطباع فى الوقت الحالى أن التطور سوف يسير بطريقة أبطأ ، حتى لو ان الحكومات قد رغبت بالحاح شديد فى العمل فى هذا الاتجاه وأن الحرب سوف تنتهى اذن قبل الوصول الى التطبيق التكنولوجى للطاقة النووية • وأيضا هنا فاننى لا أستطيع الجزم بالمستقبل • ولكن التطبيقات التكنولوجية تستغرق عادة عددا من السنوات والحرب بالتأكيد ستأتى الى نهايتها بسرعة »•

فيرمى : « ألا تعتبر أنه من المحتمل أن يكسب هتلر الحرب ؟ » •

هيزنبرج : « لا ، ان الحروب الحديثة تقاد بالتكنولوجيا ، ولأن سياسة هتلر قد عزلت ألمانيا عن كل الدول العظمى الأخرى ، فان الجهد التكنولوجى على الجانب الألمانى أقل بكثير منه على جانب الأعداء المحتملين • ان هذا الموقف واضح لدرجة أننى أحيانا أميل الى الأمل أن هتلر ـ خلال معرفته للحقيقة ـ سوف يمتنع عن المخاطرة فى دخول الحرب • ولكن ذلك كله الآن يعتبر حلما محضا ، وذلك لأن رد فعل هتلر ليس عقليا ، ولعله سوف لا يريد ببساطة رؤية الواقع » •

فيرمى : « وبالرغم من هذا فانك ترغب فى العودة الى ألمانيا ؟ » •

هيزنبرج : « اننى لا أعرف ما اذا كان السؤال يجب أن يوضع هكذا ، وأعتقد أن كلا منا يجب أن يلتزم بقراراته • لقد ولد كل منا فى بيئة محددة وله حيز لغوى وفكرى محدد ، واذا لم يخل نفسه مبكرا من هذه البيئة فانه سيترعرع كأحسن ما يكون فى هذا الحيز وانه

سيمكنه التأثير فيه كأحسن ما يكون • انه لمن المعروف من تجارب التاريخ أن كل بلد سوف تجتاحها مبكرا أو مؤخرا الثورة والحرب وبالطبع فانه ليس من النصيحة المتريثة الهجرة فى كل مرة قبل وقوع أى منهما • ان الجميع لايستطيعون بالقطع الهجرة وعلى الناس اذن أن يتعلموا منع وقوع الكارثة بقدر الامكان وليس الهرب منها ببساطة • ربما يكون المطلوب بالعكس هو أن يتحمل كل انسان عبء الكوارث فى بلده ، لأن ذلك يعتبر حثا له على اتخاذ الاجراءات اللازمة قبل ذلك لمنع وقوع الكارثة • بالطبع فان مثل هذا الطلب يعتبر جائرا ، وذلك لأنه فى كثير من الأحيان لا يستطيع الفرد أيضا بمجهوده أن يعمل شيئا ضد الأغلبية الكبرى من شعبه تأخذ طريقا خاطئا تماما ، كما أنه بالمثل من غير الممكن مطالبته بأن يتغاضى عن انقاذ نفسه شخصيا اذا لم يستطع ايقاف زحف الآخرين • اننى أريد فقط أن أقول : انه لا توجد مقاييس عامة يمكن للانسان أن يوجه نفسه وفقا لها • ان على الانسان أن يتخذ قرارا لنفسه فقط ، وهو بالطبع لا يستطيع الجزم ، بأن قراره كان عادلا أو ظالما • ربما يكون ما يفعله الانسان هو كلاهما •

وبناء على ذلك فقد اتخذت قرارى منذ بضع سنوات بالبقاء فى ألمانيا • وقد يكون هذا قرارا خاطئا ولكننى أعتقد أنه لا يجب على أن أغيره الآن • لقد كنت أعرف آنذاك أنه سيحدث ظلم وحزن كبيران ، واذن فان شيئا لم يتغير فى مسببات قرارى » •

فيرمى : « ان هذا لمؤسف حقا ، ولكن ربما نتقابل بعد الحرب مرة أخرى » •

قبل رحيلى من نيويورك قمت باجراء حديث مشابه مع « بجرام » (Pegram) ، الفيزيائى العملى فى « جامعة كولومبيا » (Columbia) الذى كان أكبر سنا وأكثر تجربة منى والذى كانت نصيحته تهمنى للغاية • أثناء الحديث معه تطرقنا الى موضوع هجرتى لأمريكا وقد أثنيت عليه رغبته فى نصيحتى ولكننى فى النهاية لم أكن سعيدا لقصورى فى توضيح أسباب اقلاعى عن ذلك • لم يكن مفهوما لبجرام أن انسانا يرغب فى العودة الى بلده مادام يقتنع أن هزيمتها محققة فى الحرب الآتية مباشرة •

فى الأيام الأولى من أغسطس عام ١٩٣٩ أبحرت بالسفينة « أوربا » المتجهة الى ألمانيا ولم يكن فوق ظهرها الا القليل من العائدين وقد أكد خواؤها كل الحجج التى عددها كل من فيرمى وبجرام أمامى • فى النصف الثانى من أغسطس قمنا أنا وأسرتى بتأثيث بيتنا الريفى فى أورفيلد (Urfeld) • وفى صباح الأول من سبتمبر نزلت من بيتنا هذا الى

مكتب البريد لجمع خطاباتى هناك عندئذ خرج مدير فندق « تسور بوست (Zur Post) » على مهلا : « هل تعرفون أن الحرب قد بدأت فعلا ضد بولندا ؟ » وما أن رأى الامتعاضة على وجهى الا أضاف معزيا « ولكن بالتأكيد ، ياسيادة الأستاذ ، أن الحرب ستنتهى بعد ثلاثة أسابيع فقط » •

بعد بضعة أيام من اندلاع الحرب وصلنى أمر الاستدعاء الذى كان ـ على عكس ما كنت متوقعا ـ يحتوى على اشارة بالتوجه مباشرة الى مركز قيادة التسليح فى برلين وليس الى « جيبير جرياجرن » (Gebirgs jagern) حيث قضيت فترة الخدمة العسكرية • عند وصولى الى برلين عرفت على الفور أننى سأعمل مع مجموعة من الفيزيائيين الآخرين حول قضية الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية • وأن كارل فريدريش قد حصل على أمر استدعاء مماثل ، ومن ثم فقد سنحت لنا الفرصة فى الأوقات التالية فى برلين للتفكير والحديث حول الأوضاع التى فرضت علينا • واننى سأحاول الآن تلخيص الأفكار المختلفة والأحاسيس التى شغلتنا فى تلك الفترة من خلال نص واحد •

هيزنبرج : « انك اذن عضو معى فى « اتحاد اليورانيوم (Uranverein) » وبالتأكيد فانك قد فكرت كثيرا فيما يجب القيام به ازاء الواجب المقرر علينا هنا • ان الموضوع بلا شك يستهدف فيزياء مثيرة للغاية ، ولو اننا فى حالة سلم وكان الهدف سلميا ، لسررنا جميعا للمشاركة فى العمل فى مشكلة بمثل هذه الأهمية • ولكننا الآن فى حالة حرب وكل ما سنفعله يمكن أن يؤدى بنا أو بآخرين الى خطر رهيب ، ومن ثم لا بد علينا أن نتريث فيما سنفعله » •

كارل : « انك محق فى هذا بالتأكيد ، وقد فكرت فى احتمالات الهروب من هذا الواجب بأى طريقة ، ربما أستطيع ـ بلا صعوبات كثيرة ـ التطوع للذهاب الى الجبهة ، أو ربما أستطيع العمل فى تطور تكنولوجى آخر • ولكننى توصلت الى أننا يجب أن نعمل فى مشروع اليورانيوم ، وذلك لأن هذا المشروع له احتمالات متطرفة • وبما ان الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية مازال غير ممكن فانه ليس من المضر أن نهتم بهذا الموضوع الآن • ان هذا المشروع يعطينا أيضا فرصة الخروج بالشباب الموهوب ـ الذى كنا قد كسبناه لمجال الفيزياء الذرية خلال السنوات العشرة السابقة ـ من الحرب بدون التهديد بالخطر نسبيا • ومن ناحية أخرى اذا كانت التكنولوجيا الذرية بصدد الاكتشاف فانه من المستحسن الوصول الى القدرة على التأثير فى تطورها بدلا من ترك ذلك لآخرين أو للصدفة • بالطبع فاننا لا نعرف لأى فترة سنستطيع كعلماء التحكم فى مثل هذه

التطورات • ولكن لعلنا نأمل فى مرور فترة زمنية طويلة يتمكن فيها الفيزيائيون من التحكم الحقيقى فى الأحداث » •

هيزنبرج : « ان هذه الفترة تصبح مفيدة فقط اذا أمكننا بناء علاقة وثيقة بين الجهات الرسمية فى مركز قيادة التسليح وبيننا • ولكنك تعرف أن « الجستابو » (١) (Gestapo) قد حقق معى لمرات عديدة قبل سنة من الآن • واننى لأتذكر بألم السرداب فى « شارع برنس ــ البريشت » الذى كتب على جدرانه بخط عريض « تنفس بعمق وهدوء » • واذن فاننى لا أستطيع تصور قيام مثل هذه العلاقة الوثيقة » •

كارل : « ان الثقة لا تقوم بين جهات معينة ، ولكن دائما بين الناس • فلماذا اذن لا يمكن أن يوجد فى مركز قيادة التسليح أناس يرغبون فى مقابلتنا بلا أحكام مسبقة ويريدون التشاور معنا يتعقل حول ما يمكن عمله بهذا الصدد • ان هذا بالقطع مهم لنا جميعا من الناحية الأساسية » •

هيزنبرج : « ربما ، ولكن ذلك يعتبر لعبة خطرة للغاية » •

كارل : « ان هناك درجات مختلفة للثقة ، وقد تكون الدرجات المحتملة هنا كافية لمنع أى تطور غير عقلى • ولكن ترى ما هو رأيك فى الناحية الفيزيائية لمشكلتنا ؟ » •

لقد حاولت مع كارل فريدريش مناقشة النتائج الأولية للأبحاث النظرية التى قمت بها خلال الأسابيع الأولى من الحرب والتى تعتبر جولة فيزيائية استكشافية فى اطار المشكلة تحت الاعتبار •

هيزنبرج : « يبدو أنه من غير الممكن اجراء تفاعل متسلسل بواسطة اليورانيوم الموجود فى الطبيعة عن طريق استخدام نيوترونات مسرعة ، واذن لا يمكن عمل قنبلة ذرية • ان هذا لحظ رائع • ان اجراء مثل هذا التفاعل المتسلسل يستلزم استخدام يورانيوم(٢)

---

(١) اختصار ل Geheime Staat spofizei اى شرطة الدولة السرية ، او المخابرات العامة فى أيام هتلر •

(٢) يتحدد كل عنصر فى الطبيعة عن طريق عدد البروتونات الموجودة فى النواة أو عدد الاليكترونات الدائرة حولها • غير أن هناك ذرات مختلفة لها نفس عدد البروتونات (أو الاليكترونات) ولكن بأعداد مختلفة من النيوترونات ويشار الى مثل هذه الذرات (المختلفة فى الثقل فقط) بانها ايزوتوبات (Isotopen) للعنصر واحد ، مثل اليورانيوم الطبيعى (اويورانيوم ٢٣٨) ويورانيوم ٢٣٥ •

٢٣٥ الخالص ، أو النفى لدرجة كبيرة جدا • وعملية التنقية هذه تحتاج ، اذا كان ذلك ممكنا على الاطلاق ، الى عمليات تكنولوجية معقدة للغاية • ولكن لعل هناك عناصر أخرى – تؤدى الى هذا الغرض ، ولكن عملية استخلاصها ترتبط بنفس الصعوبة على الاقل • ان هذا النوع من القنابل الذرية سوف لا يتوفر اذن في الفترة التالية ، لدى الانجليز أو الأمريكان أو لدينا نحن • بيد أنه اذا أمكن خلط اليورانيوم الطبيعى « بمادة مفرملة » (Biems substanz). التى من شأنها الفرملة السريعة لكل النيوترونات المحررة خلال عملية الانشطار ، وهذا يعنى خفض سرعتها الى سرعة « الحركة الحرارية » «Warme bewegung» ، فربما نستطيع بدء تفاعل متسلسل يزودنا بطاقة يمكن التحكم فيها • ولكن بالطبع يجب على هذه المادة المفرملة ألا تحجز كل النيوترونات ، أى يجب علينا استخدام عناصر لها قدرات صغيرة على امتصاص النيوترونات ، ومن ثم فان الماء العادى ليس ملائما ، ولكن ربما يكون الماء الثقيل (Schweres Wasser) أو الكربون النقى للغاية ، على شكل جرافيت مثلا ، ملائما لهذا الغرض • ان هذا يمكن اختباره فى الأيام القادمة • اننى أعتقد أننا نستطيع بضمير راض ، أيضا أمام الجهات التى كلفتنا بالمهمة ، أن نركز عملنا على التفاعلات المتسلسلة التى تتم فى فرن اليورانيوم (Uranbrenner) هذا وأن نترك السؤال حول استخلاص اليورانيوم ٢٣٥ للآخرين • وذلك لأن هذا الفصل الايزوتوبى سيؤدى – اذا كان يمكن اجراؤه قطعيا – فقط بعد وقت طويل جدا الى نتائج يمكن أخذها فى الاعتبار من الناحية التكنولوجية •

كارل : « انك تعتقد اذن ، أن التكاليف التكنولوجية لفرن اليورانيوم – اذا أمكن بناءه بالمرة ، أقل بكثير من تكاليف القنبلة الذرية ؟ » •

هيزنبرج : « نعم ، ان هذا يبدو لى مؤكدا • ان عملية فصل أيزوتوبين مثل يورانيوم ٢٣٥ ، ويورانيوم ٢٣٨ ، الثقيلين واللذين يعتبران متقاربين جدا فى الكتلة ، تعتبر مشكلة تكنولوجية مخيفة خصوصا اذا كان المطلوب هو الحصول على عدة كيلو جرامات من اليورانيوم ٢٣٥ • ولكن بالنسبة لفرن اليورانيوم فربما تنصب المشكلة فقط على تحضير اليورانيوم الطبيعى النقى جدا كيميائيا والجرافيت والماء الثقيل بكتل تقدر بعدة أطنان • ولكن التكاليف يمكن أن تكون أقل بمقدار مائة أو ألف مرة من العملية الأخرى • اننى أرى اذن أنه ينبغى عليكم فى « معهد القيصر فيلهلم » (Kaiser-Wilhelm Institut) ببرلين وعلى مجموعتنا فى ليبزيج تركيز جهودنا أولا على الأبحاث

التحضيرية لفرن اليورانيوم · وبالطبع يتحتم علينا زيادة التعاون العلمى فيما بيننا » ·

كارل : « ان ماتقوله يعتبر واضحا تماما كما أنه يبعث على الراحة أيضا ، خصوصا وأن العمل فى فرن اليورانيوم سيصبح مفيدا فيما بعد الحرب · فاذا وجدت فى المستقبل تكنولوجيا ذريه سلمية ، فانها لا بد وأن تنطلق من فرن اليورانيوم الذى يمكن اعتباره عندئذ مصدرا للطاقة فى المفاعلات (Kraftwerken) ومكنات السفن ـ وفى أهداف أخرى مماثلة · وربما تؤدى الأعمال أثناء الحرب الى تدريب فريق من الشباب العارفين ببدايات التكنولوجيا الذرية والذين قد يصبحون بذرة للتطور التكنولوجى فى المستقبل · اذا أردنا متابعة هذا الخط فان علينا الحديث أقل ما يمكن ، بل مجرد الاشـــارة الجانبية ، أثنـــاء مباحثاتنا مع مركز قيـــادة التسليم عن احتمالات تصنيع القنبلة الذرية · بالطبع يجب علينا باستمرار وضع هذه الاحتمالية أمام أعيننا وذلك حتى نكون مستعدين لما قـــد يكون الجانب الآخر يقوم به فعلا · اننى أعتبر أيضا أنه من غير المعقول تاريخيا أن تتقرر حربنا الحالية عن طريق اكتشاف القنبلة الذرية · ان هذه الحرب شبت عن طريق قوى غير عاقلة ، استنادا على الآمال الأوتوبية (Utopische Hoffnungen) للشباب وعلى أحقاد كريهة لطبقة من العجائز بحيث ان حسم قضية السلطة عن طريق القنبلة الذرية سوف لا يساعد كثيرا فى حل المشاكل بالمقارنة بحسمها عن طريق تقرير المصير أو الانهيار الكامل · ولكن الوقت بعد الحرب يمكن أن يتسم بالتكنولوجيا الذرية والخطوط التقدمية التكنولوجية الأخرى » ·

هيزنبرج : « انك اذن تأخذ فى حسبانك احتمال كسب هتلر للحرب ؟ » ·

كارل : « لقول الصدق ، فانه لدى شعورا متناقضا حول هذا الموضوع · ان كل القادرين على اطلاق أحكام سياسية الذين أعرفهم جيدا ، وفى مقدمتهم أبى (١) لا يعتقدون ان هتلر يستطيع أن يكســب الحــرب · وقد اعتبر والدى دائما أن هتلر رجل مجنــون ومجرم لا يمكن أن يؤدى بنا الا الى نهاية سيئة ، ولم يتخل عن اقتناعه هذا أبدا · ولكن لو أن ذلك يمثل الحقيقة كلها ، لكان نجاح هتلر حتى الآن غير منطقى بالمرة · ان أى مجنون آثم لا يستطيع أن يقيم

---

(١) Ernst Von Weizacker (١٨٨٢/٥/١٢ ـ ١٩٥١/٨/٤) وزير دولة للشئون الخارجية فى حكومة هتلر ·

ما أقامه هتلر • اننى أشعر منذ سنة ١٩٣٣ ، أن نقاد هتلر من المحافظين والأحرار لم يفهموا أبدا شيئا هاما عنه يعتبر السبب في سلطانه الروحي على الناس • ولكنني لا أزعم أنني أفهم أيضا . بل أحس فقط بهذا السلطان • لقد خيب التوقعات دائما من خلال نجاحه ، وربما سيتمكن من ذلك مرة أخرى الآن ايضا » •

هيزنبرج : « لا ، خصوصا اذا لعبت قضية السلطة الى نهايتها ، وذلك لأن الجهد العسكرى التكنولوجي للجانب الانجليزى ـ الأمريكى يفوق بمراحل كثيرة الجهد الألمانى • اننا نستطيع على الأكثر التفكير في أن الجانب الآخر سيتخوف ـ بناء على أسباب سياسية ترتبط بالمستقبل البعيد ـ من قيام منطقة خالية من السلطة السياسية فى وسط أوربا • بيد أن تفاقم خبث النظام الاشتراكى القومى ، خصوصا فى مسألة الأجناس ، ستمنع باحتمال كبير مثل هذه المخارج • ان أحدا لايعرف بالطبع مدى سرعة وصول الحرب الى نهايتها • وربما أكون مخطئا فى تقديرى لقوة المقاومة لجهاز السلطة الذى بناه هتلر • ولكن على كل حال ، يجب علينا فى كل ما نقوم به الآن ، التفكير قبل كل شيء فيما بعد الحرب » •

كارل : « ربما تكون محقا فى ذلك • ولعلني وقعت خفية فريسة لرغبة لاشعورية ، فبقدر أننا لا نأمل فى أن يحقق هتلر النصر ، بقدر مالا نأمل أن تلحق الهزيمة الكلية ببلدنا بكل عواقبها السيئة • ان لم نحصل بالطبع فى وجود هتلر على حل سلمى وسط • ولكن أيا كانت النهاية فان حتمية الاستعداد من الآن للبناء بعد الحرب تعتبر قضية مؤكدة » •

بدأت التجارب العملية فى ليبزيج وبرلين بعد وقت قصير ، فقمت بالاشتراك فى القياسات اللازمة لدراسة خواص الماء الثقيل التى قام بها « دوبيل » (Dopel) فى ليبزيج بعناية فائقة ، بينما واظبت على السفر الى برلين لمتابعة الأبحاث فى معهد القيصر فيلهلم فى داليم (Dahlem) التى اشترك فيها عدد من معاونى السابقين والأصدقاء . مثل « كارل فيرتز » (Karl Wirtz) ، بالاضافة لكارل فريدريش •

لقد كان من دواعى الاحباط الشديد لى أننى لم أستطع فى ليبزيج جذب هانس أويلر الى العمل معى فى مشروع اليورانيوم • ان الأسباب التى دعت الى ذلك يجب أن تذكر بشيء من التفصيل • فى الأشهر التى قضيتها فى أمريكا قبل الحرب أقام أويلر صداقة وطيدة مع واحد من طلاب الدكتوراه فى مجموعتنا وهو الفنلندى « جرونبلوم » (Gron blom) لقد كان جرونبلوم شابا مليئا بالصحة والحيوية ينبعث من وجهه المشرق

احساس بالتفاؤل وبأن العالم فى النهاية ملىء بالخير وأنه يستطيع انجاز شىء حسن فيه ربما كانت مفاجأة له ، كابن لأحد رجال الأعمال الفنلنديين الأثرياء ، التعرف على شيوعى مقتنع والتفاهم معه بهذا القدر الحسن ، ولكن نظرا لأن القيمة الانسانية بالنسبة لجرونبلوم كانت أهم بكثير من الاتجاه الفكرى أو العقائدى فقد قبل أويلر كما هو بكل البشاشة وسعة الصدر المتوفرة لدى الشباب · لقد كانت ضربة قوية لأويلر فى بداية الحرب أن روسيا الشيوعية قد اتحدت مع هتلر على تقسيم بولندا (Polen) · بعد أشهر قليلة من الحرب هاجم الروس فنلندا واستدعى جرونبلوم لوحدته العسكرية من أجل الدفاع عن حرية بلاده · ومن خلال هذا الحادث وقع تغيير عميق على أويلر ، فأصبح قليل الكلام ، وشعرت أنه لم يعد يعزل نفسه عنى فحسب ولكن عن كل أصدقائه الآخرين بل وعن العالم كله ·

لم يكن أويلر قد استدعى حتى هذه اللحظة للخدمة العسكرية نظرا لصحته المتدهورة ، ولكننى كنت مهموما بأن ذلك قد يحدث فى المستقبل ولذلك فقد سألته ذات يوم السماح لى بضمه الى مشروع اليورانيوم · عندئذ فاجأنى بخبر تطوعه الى سلاح الطيران ، ثم بدأ يهدىء من روعى ذاكرا الأسباب التى أدت الى ذلك بالتفصيل ·

أويلر : « انك تعرف أننى لم أقم بذلك للدفاع من أجل النصر · ذلك أننى أولا لا أعتقد فى هذا الاحتمال وثانيا فان نصر المانيا الاشتراكية القومية يعتبر بالنسبة لى شيئا سيئا تماما كنصر الروس على فنلندا · ان الكراهية المسافرة التى يحطم بها أصحاب السلطة — فقط من أجل المحافظة عليها — كل القوانين الانسانية التى وعدوا بها شعوبهم ، لم تعد تفسح أى مجال للأمل · ومن ثم فقد قررت التطوع لدى وحدة عسكرية لا يكون واجبى فيها هو قتل أشخاص آخرين ، ولكن هدفها فقط هو الرحلات الجوية الاستكشافية التى ربما أسقط فى احداها ، ولكن لا يتحتم على اطلاق مقذوف واحد أو القاء القنابل · واذن فان واجبى بهذا القدر يعتبر على مايرام · بيد أننى فى هذا البحر من اللا معنى لم أعد أعرف جدوى بقائى هنا والقيام بأبحاث حول استغلال الطاقة الذرية » ·

هيزنبرج : « بالنسبة للكارثة التى تمر بنا الآن ، فانه لايوجد بيننا من يستطيع عمل شىء ما · أنت لا تستطيع وأنا أيضا · ولكن الحياة ستأخذ مجراها مرة أخرى بعد ذلك هنا فى ألمانيا وهناك فى روسيا وأمريكا وفى كل العالم ، وسيسقط حتى ذلك الحين أناس

كثيران ، أبطالا وغير أبطال ، مجرمين وغير مجرمين · ولكن الناجين من الكارثة سيتحتم عليهم محاولة بناء عالم جديد أفضل · وحتى هذا العالم الجديد سوف لا يكون أفضل كثيرا من العالم القديم ، وعندئذ سيعرف الجميع أن الحرب لم تحل أى مشكلة تقريبا · ولكن الناس فى العالم الجديد سيحاولون تلافى بعض الأخطاء وأداء أشياء كثيرة بطريقة أحسن · فلماذا لاتريد البقاء مع هذا العالم الجديد » ؟

أويلر : « اننى لا أريد توجيه اللوم لأحد ، يعتبر أن هذا واجب له · ان من كان مستعدا فى الماضى ليتلاءم مع قصور التصرفات والعلاقات ومن فضل الخطوات الوئيدة الشاقة على الثورة من أجل تحقيق ما هو أفضل ، فانه سيرى ما يعضد تراجعه فى المستقبل ، وهو سيقوم بعد الحرب بعمل الخطوات الوئيدة الشاقة مرة أخرى ، وربما تكون هذه الخطوات بمرور الوقت أحسن بكثير من كل الثورات · ولكن بالنسبة لى فاننى أرى كل ذلك بطريقة مختلفة · لقد كنت آمل أيضا أن الأفكار الشيوعية تستطيع تجديد الحياة المشتركة بين الناس من الناحية المبدئية ، ومن ثم فاننى لا أريد أن تكون الأمور سهلة بالنسبة لى عن كثير من الأبرياء الآخرين ، الذين يضحى بهم على كل الجبهات سواء فى بولندا ، فنلندا ، أم فى أى مكان آخر · اننى أرى هنا فى ليبزيج أن بعض الزملاء فى المعهد قد أعفوا من الخدمة العسكرية وهم يحملون فى نفس الوقت شارات الحزب الاشتراكى القومى ويعتبرون مذنبين فى اقامة الحرب أكثر من الآخرين · اننى أجد أن هذه الأفكار لا تطاق ، واننى لأريد ــ على الأقل بالنسبة لى شخصيا ــ أن أكون مخلصا لآمالى · اذا أراد أحد أن يحيل العالم الى بوتقة ، فعليه أن يكون مستعدا لالقاء نفسه فيها · انه يتحتم عليك أن تفهم هذا » ·

هيزنبرج : « بلى ، اننى أفهم هذا جيدا جدا · ولكن لكى نظل مع صورة البوتقة ، دعنى أقول : ان على الانسان أن يأمل أن المادة المنصهرة ستأخذ الشكل الذى تمناه الانسان عندما تتجمد مرة ثانية ، وذلك لأن القوى المسيطرة فى حالة التجمد تنبع من آمال كل الناس وليس فقط من أمل الانسان ذاته » ·

أويلر : « لو أن لدى مثل هذه الآمال ، لتصرفت بطريقة مختلفة · ولكننى ألمس عقم ما يحدث حولى ، أكثر من أننى أستطيع تجميع قوتى من

أجل المستقبل . ولكنني أعتبره شيئا حســنا عندما تفعل أنت ذلك » .

لم أنجح اذن في اثناء أويلر عن رأيه ، الذى ذهب بعد وقت قصير الى فينا للتدريب وكانت خطاباته في البداية كئيبة مثل محاورتنا قبل سفره ولكنها أصبحت بمرور الوقت أكثر حرية وانطلاقا . لقد قابلته مرة أخرى في فينا عندما كنت ألقى بعض المحاضرات هنـاك فدعاني الى كوب من « الهويريجين » (Heurigen) في كازينو يقع فوق التــل خلف « جرينتسنج » (Grinzing) ولم يرغب أثناء هذه المقابلة في الحديث عن الحرب . وبينما كنا ننظر الى المدينة أسفل الجبل رعدت فجأة طائرة على بعد أمتار قليلة فوق رءوســنا . عندئذ ضحك أويلر ، لقد كانت احدى الطائرات لسربه وأراد قائدها أن يرسل بتحياته الينا .

في نهاية مايو عام ١٩٤١ كتب أويلر لي مرة أخــرى من الجنوب لقد كان واجب سربه هو القيام بطلعات استكشافية من اليونان فوق جزر « كريت » Kreta و « آجايس » Agais . كان خطابه مكتوبا برصـــانة من رأى الحاضر فقط ، ليس الماضي ولا المستقبل : « بعـد أربعة عشر يوما في اليـونان كنا قد نسينا كل شيء تقريبـا ، أي موقع رائع يحتله هذا الجنوب ! . حتى أيام الأسبوع لم نعد نعرف أسماءها . اننا نسكن في فيلا على خليج « ايليوسيس » (Eleusis) ، وعندما لا يتحتم علينا الاقلاع بطائراتنا فاننا نستمتع بالحياة الرائعة فوق الموجـــات الزرقاء وتحت أشعة الشمس الفاتنة . لقد استطعنا أخيرا الحصول على مركب شراعي ، كما أننا مسرورون لرحلاتنـــا التي نحضر فيها اللحم والبرتقال . اننا جميعا نتمنى أن نظل هنا الى الأبد . ان لدينـا فسحة قليلة من الوقت للحلم بين الأعمدة المرمرية ، ولكن تحت الجبـال وبين الأمواج لم يعد هناك فارق بين الماضي والحاضر » .

عندما أمعنت التفكير في التحولات التي طرقت على هانس أويلر عادت أفكاري مرة أخرى الى محاورتي مع نيلز بوهر عند الأوريزوند (Oresund) وتذكرت من قصيدة شيلر (Schiller) الشعرية ـ التي ردد نيلز بعض أبياتها حينذاك ـ المقطع التالي :

لقد رمى بكروب الدهر خلفه
لم يعد ثمة ما يخيفه ، ما يهمه
انه يتحدى قدره بجسارة
ان لم تصب اليوم ، فلعلها تصيب غدا

وان كانت ستصيب غدا ، فدعونا اليوم

نسعد ببقية الزمن الرائع •

بعد بضعة أسابيع من هذا الخطاب بدأت الحرب مع روسيا ولم تعد طائرة أويلر من الطلعة الاستكشافية الأولى فوق خليج البحر الأسـود (Asowsche Meer) ومنذ ذلك الحين لا يوجد أثر للطائرة ولا لراكبيها. حتى جرونبلوم صديق أويلر سقط شهيدا بعد بضعة أشهر •

١٥ ـ الطريق الى بداية جديدة

(١٩٤١ ـ ١٩٤٥)

بالقرب من نهاية عام ١٩٤١ كانت الأسس الفيزيائية للاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية قد تكشفت لمدى بعيد بالنسبة لاتحاد اليورانيوم الذى أنتمى اليه • لقد عرفنا أننا نستطيع بناء مفاعل ذرى (Atomreaktor) باستخدام اليورانيوم الطبيعى والماء الثقيل ، لتزويدنا بالطاقة وأن فى مثل هذا المفاعل يتكون ـ كنتيجة للتفاعل ـ اليورانيوم ٢٣٩ الذى يعتبر ـ تماما مثل يورانيوم ٢٣٥ ـ ملائما كمادة انفجار (Springstoff) فى بناء القنبلة الذرية • فى بداية المشروع ، أى فى نهاية ١٩٣٩ ، كنت قد خمنت استنادا الى أسس نظرية أنه يمكن استخدام الكربون النقى كمادة مفرملة بدلا من الماء الثقيل • ولكننا بناء على قياسات غير دقيقة ـ كما ثبت بعد ذلك ـ للصفات الامتصاصية التى تمت فى أحد المعاهد الأخرى ذات السمعة الطيبة قمنا باغلاق البحث فى هذا الاتجاه قبل الأوان وعدم اختيار نتائج هذا المعهد بأنفسنا •

لم تكن لدينا أى طريقة ميسرة آنذاك لاستخراج اليورانيوم ٢٣٥ باستخدام التكنولوجيا المتوفرة فى ألمانيا أثناء الحرب بتكاليف معقولة بحيث تؤدى الى كميات معقولة من هذا العنصر • ولأن استخراج مادة التفجير الذرى من المفاعلات بدت لنا ممكنة فقط من خلال العمل لسنوات

طويلة فى مفاعلات ضخمة ، فقد تأكدنا أن تصنيع القنابل الذرية سوف يصبح محتملا فقط عن طريق انفاق تكاليف تكنولوجية باهظة • ويمكننى القول بتلخيص أكثر • أننا كنا نعرف فى هذا الوقت ، امكانية تصنيع القنبلة الذرية من الناحية المبدأية وقد عرفنا أيضا طريقة واقعية للوصول الى ذلك ولكننا قدرنا التكاليف التكنولوجية المطلوبة أكثر مما يلزم بالفعل • ومن ثم فقد كان موقفنا الممتاز يتلخص فى اننا نستطيع اخبار حكومتنا بصدق حول موقف المشكلة وفى نفس الوقت كنا متأكدين أنه لم يعد من الممكن تنظيم محاولة جادة لبناء القنبلة الذرية فى ألمانيا ، وذلك لأن مثل هذه التكاليف التكنولوجية الباهظة اللازمة للوصول الى هدف غير موثوق به ، كانت بالنسبة للحكومة الألمانية غير مقبولة نظرا لحالة الحرب المتوترة • بالرغم من ذلك فقد كان لدينا الشعور ، أننا نشترك فى تطور علمى ـ تكنولوجى خطر وقد كانوا على الخصوص كارل فريدريش فون فايتسبكر ، كارل فيرتس ، « ينسين » (١) (Jensen) و « هاوترمانز » (٢) (Hautermans) الذين تشاروت معهم حول قضية ما اذا كان مسموحا (٣) التصرف بالطريقة التى عزمنا عليها أم لا •

انى أستطيع ان أتذكر حديثا مع كارل فريدريش فى حجرتى فى معهد القيصر فيلهم للفيزياء فى واليم الذى دار بعد أن تركنا ينسين مباشرة • لعل كارل فريدريش قد بدأ بالاستنتاج التالى :

كارل : « اننا على كل حال لا نعتبر فى منطقة الخطر بالنسبة لبناء القنابل الذرية وذلك لأن التكاليف التكنولوجية اللازمة تبدو كبيرة جدا لدرجة أننا لا يمكننا أخذها فى الاعتبار بالفعل • ولكن حتى هذا يمكن أن يتغير بمرور الوقت • هل يعتبر تصرفنا سليما اذا استمر عملنا فى هذا الميدان ؟ وما الذى سيفعله زملاؤنا فى أمريكا ؟ هل سيركزون بكل قوة على القنبلة الذرية ؟ » لقد حاولت أن أضع نفسى فى مكان العلماء الأمريكيين :

هيزنبرج : « ان الموقف النفسى للفيزيائيين فى أمريكا ، خصوصا أولئك الذين هاجروا من ألمانيا ، يعتبر مختلفا تماما عن موقفنا نحن • انهم حتما مقتنعون بأنهم يكافحون من أجل الخير وضد الشر ،وخصوصا

---

(١) Hans Daneil Jensen فيزيائى المانى (١٩٠٧/٦/٢٥ ـ ١٩٧٣/٢/١٢) •

(٢) Fritz Georg Hautermans فيزيائى المانى (ولد ١٩٠٣ ـ) •

(٣) من الناحية الأخلاقية •

المهاجرين فانهم سيشعرون بمسئوليتهم ـ لأن امريكا قد ضمتهم كضيوف اليها ـ في تكريس كل الجهود من أجل أمريكا • ولكن هل تعتبر القنبلة الذرية التي يمكن بهـا قتل مئـات الألوف من المدنيين في ضربة واحـدة ، سلاحا ككل الأسـلحة ؟ وهل يمكن تطبيق القاعدة القديمة عليها « من أجل الخير يتحتم الكفـاح بكل الرسائل بينما من أجل الشر لا ؟ » هل اذن من المسموح بناء القنبلة الذرية من أجل الخير وليس بناؤها من أجل الشر ؟ واذا سلمنا بهذا الرأي الذي ساد ـ للأسف ـ في كل تاريخ العالم ، فمن الذي يقرر أن قضية ما تعتبر خيرا أو شرا ؟ بالنسبة للحالة هنا فانه من السهل اثبات أن قضـية هتلر والاشتراكيين القوميين تعتبر شرا • ولكن هل تعتبر القضية الأمريكية خيرا من كل النواحي ؟ ألا يصلح هنا أيضا المبدأ القائل أنه عن طريق اختيار الوسـائل يمكن التعرف بما اذا كانت قضية ما خيرا أم شرا ؟ بالطبع فان كل صراع تقريبا يتحتم وأن يدار بوسائل شريرة ولكن ألا توجد هناك درجة للتفرقة التي تبرر بعض الوسائل الشريرة ولا تبرر الأخرى ؟ لقد حاول الانسان في القرن الماضي من خـــلال الاتفاقيات الدولية وضع حدود لاستخدام الوسائل الشريرة ولكن هذه الحدود تنتهك الآن من هتلر ومن أعدائه أيضا • بالرغم من هذا فانني أخمن أن الفيزيائيين في أمريكا أيضا سوف لايتحمسون لانتـــاج القنابل الذرية ، ولكنهم بالطبع قد يكونون مدفوعين بعامل الخوف من أننا قد نفعل ذلك هنا » •

كارل : « قد يكون من المستحسن لو استطعت الحديث مع نيـلز في كوبنهاجن حول كل هذا • انني سأكون آسفا اذا كان رأى نيلز مثلا هو أننا نقوم بخطأ هنا وأنه يجب علينا من الأفضل ترك هذه الأعمال حول اليورانيوم » •

في خريف ١٩٤١ ، الذي اعتقدنا فيه أننا قد كونا صورة واضحة للتطورات التكنولوجية المحتملة ، تم الاتفاق على أن أقوم بناء على دعوة من السفير الألماني في كوبنهاجن بالقاء محاضرة علمية هناك • وقد كنت أريد بهذا استغلال الفرصة للحديث مع نيلز حول قضية اليورانيوم •

تمت الرحلة ـ حسب ما أتذكر ـ في أكتوبر ١٩٤١ وقمت على الفور بزيارة نيلز في شقته في كارلسبرج ، ولكنني تناولت الموضـــوع الخطر أثناء تمشية قمنا بها في المساء بالقرب من منزله • وقد لزمت الحذر التام ـ لتخوفي من أن نيلز مراقب من الجهات الألمانية ـ كي لا يتيسر

اثبات أقوال محددة في المستقبل • لقد حاولت الاشارة الى نيلز أنه من الممكن مبدئيا تصنيع القنابل الذرية وأنه يلزم لذلك قدر كبير من التكاليف التكنولوجية وأنه على الانسان أن يسأل نفسه كفيزيائى ما اذا كان من المسموح العمل على حل مثل هذه المشكلة • للأسف فقد انتاب نيلز الفزع بعد أول اشارة منى حول الامكانية المبدئية لبناء القنابل الذرية لدرجة أنه لم يتقبل الجزء الأهم فى معلومتى وهو أنه يلزم لذلك تكاليف تكنولوجية باهظة • لقد بدا لى من المهم جدا أن هذا الموقف الواقعى قد أعطى الفيزيائيين ـ لدرجة معينة ـ امكانية تقرير ما اذا كان يجب عليهم محاولة بناء القنبلة الذرية أم لا ؛ وذلك لأن الفيزيائيين يستطيعون بحق التحجج أمام حكوماتهم بأن القنابل الذرية ربما لن تلعب دورا أثناء سير الحرب أو أنهم يستطيعون التحجج بأنها ربما تلعب دورا ولكن ذلك يتطلب مجهودات غير محدودة • كلا الرأيين يمكن تمثيله بضمير راض ، وفى الواقع فقد أثبتت طريقة سير الحرب أنه حتى فى أمريكا ـ حيث كانت الظروف الخارجية للمحاولة أكثر ملاءمة بل ولا يمكن مقارنتها بالظروف فى ألمانيا ـ لم يتم تصنيع القنابل الذرية الا بعد انتهاء الحرب مع ألمانيا •

بيد أن نيلز لم يستطع ـ تحت تأثير الفزع حول الامكانية المبدئية لبناء القنابل الذرية ـ تقبل الخط الفكرى المشار اليه • وربما قد منعه أيضا الشعور المحق بالمرارة نتيجة احتلال القوات الألمانية لبلاده عن طريق القوة من أن يأخذ قطعيا فى الاعتبار امكانية التفاهم بين الفيزيائيين دون النظر الى الحدود الدولية المختلفة • لقد كان مؤلما للغاية بالنسبة لى ان أرى الى أى حد اكتملت العزلة التى قادتنا اليها سياستنا ، والتعرف على حقيقة أن الحرب قد تؤدى أيضا ـ حتى وان كان وقتيا ـ الى قطع العلاقات الانسانية التى استمرت لعشرات السنين •

بالرغم من فشل مهمتى فى كوبنهاجن فقد كان الوضع بالنسبة لنا ، أعنى أعضاء اتحاد اليورانيوم فى ألمانيا ، يعتبر سهلا • لقد قررت الحكومة فى يونيو ١٩٤٢ أن الأعمال فى مشروع المفاعل يجب أن تجرى فقط فى حدود ضيقة • ولم تعط أمرا بمحاولة بناء القنابل الذرية • وبالطبع لم يكن لدى الفيزيائيين الحافز للعمل على تعديل هذا القرار • بهذا فقد صار العمل فى مشروع اليورانيوم فى الأوقات التالية استعدادا للاستخدام السلمى للتكنولوجيا الذرية بعد الحرب ، وقد أدى ذلك فى حد ذاته ـ بالرغم من الخراب الذى حل بنا فى السنوات الأخيرة من الحرب ـ الى ثمار مفيدة • وربما يكون من غير الصدفة أن أول مفاعل

ذرى باعته شركة المانية الى الخارج – (أى الى الأرجنتين) – كان يحتوى على بطن المفاعل (leaktorkern) الذى خططنا له أثناء الحرب اعتمادا على اليورانيوم الطبيعي والماء الثقيل ٠

لقد كانت كل أفكارنا اذن موجهة الى البداية الجديدة بعد الحرب. وبهذه المناسبة فان هناك حديثا محيرا ظل عالقا بذاكرتى حتى الآن كنت قد أجريتـه فى أول اتصـال ثنـائى مع « أدولف بوتيناند » (١) (Adolf Butenandt) الذى كان يعمل آنذاك بيوكيميائى فى احدى معاهد القيصر فيلهلم فى داليم ٠ فبالرغم من أننا قد شاركنا سويا فى اللقاءات المتكررة حول القضايا المشتركة بين البيولوجيـا والفيزياء الذرية ، الا أننا لم نتقابل فى حوار طويل الا فى الليلة الأولى من أول مارس سنة ١٩٤٣ عندما ذهبنا – بعد غارة جوية – من قلب برلين الى داليم سيرا على الأقدام ٠ كنا قد اشتركنا سويا فى اجتماع للأكاديمية الجوية الذى عقد بالقرب من وزارة الطيران فى ميـدان البوتسـدام (Potsdamer Platz) حيث ألقى « شـاردين » (Schardin) محاضرة حول التأثير الفيسيولوجى (Physiologische Wirkung) للقنابل الحديثة أشـار فيهـا الى أن القتـل من خـلال الانسداد الوريدى الهـوائى (Luftembolie) يمكن أن يحدث أثناء فرقعة شديدة بالقرب من الانسان بواسطة الارتفاع المفاجىء فى الضغط الجوى وأنه يعتبر يسير نسبيا وبلا ألم ٠ بالقرب من نهاية الاجتماع سمعنا اشـارة الانذار ومن ثم أسرعنا الى السرداب الواقى ضد الغارات الجوية فى الوزارة المزود بالأسرة العسكرية وأجولة القش مما جعله مريحـا جدا ٠ كانت هذه هى المرة الأولى التى عايشنا فيها غارة جوية مباشرة ومكثفة ٠ لقد أصابت بعض القنابل مبنى الوزارة ، وسمعنا انهيار الجدران والأسقف ٠ ولم نكن نعرف لوقت طويل ما اذا كان الممر الذى يصلنا بالعالم الخارجى يمكن عبوره قطعيا أم لا ٠٠ مع الضربات القوية فى بداية الغارة خفت أنوار السرداب وأمكننا اضاءته من وقت لآخر باستخدام بطاريات الجيب ٠ بعد لحظات دخل رجال الاسعاف يحملون امرأة تتـأوه من الألم وقاموا بالعناية بها أمامنا ٠ وبينما كنا فى بداية الغارة نثرثر فى أماكن عديدة من المخبأ بل ونضحك أحيانا ، خيم السكون شـيئا فشيئا مع زيـادة الغارات الجوية بالقرب منا وانتابتنا حالة من الاحباط الشديد ٠ بعـد فرقعتين شديدتين عملتا على زيادة الضغط الجـوى فى السرداب بقـدر ملموس سمعنا فجأة صوت أوتوهان ينبعث من أحد الأركان مرددا :

---

(١) Adolf Friedrich Johann Butenandt (١٩٠٣/٣/٢٤ –) ٠

« حتى شاردين المخادع لم يعد شخصيا يعتقد فى نظريته » • ومع هذه الكلمات عاد الينا ضحكنا وتوازننا مرة أخرى • بعد نهاية الغارة استطعنا بصعوبة أن نجد طريقنا الى الخارج خلال قطع الخرسانة الكبيرة والأعمدة الحديدية • وفجأة أصبحنا أمام منظر مروع ، لقد كان الميدان أمام الوزارة مضيئا بالضوء الأحمر المنبعث من النار التى أصابت كل الأدوار العليا وأسطح المبانى المحيطة بالميدان ، وفى أحدها كانت النار قد وصلت بسرعة الى الدور السفلى • فوق أرض الميدان انتشرت مستنقعات الحريق الناتجة من قنابل الفوسفور العديدة • لقد اكتظ الميدان بعد ذلك بالناس الذين يريدون الهرب الى بيوتهم ، بينما كان واضحا أنه لا توجد وسائل مواصلات لنقلهم الى ضواحى المدينة •

تركنا بوتيناند وأنا هذا الحشر من الناس واستطعنا أن نشق طريقنا خلال الممرات المليئة بآثار الهدم الى خارج الميدان بعد أن قررنا قطع الطريق سويا الى بيتينا فوق « الفيشتنيبرج » (Fuchteberg) فى داليم • فى البداية ، كان أملنا أن الغارة الجوية قد أصابت قلب المدينة فقط وأن منطقة الفيلات التى تقطنها لم تصب ، ولكن على طول نظرنا الذى امتد لبضعة كيلومترات من شارع البوتسدام كانت أكاليل النار تلتهم البيوت على الجانبين ، وقد مضى رجال الحريق يحاولون محاصرتها فى بعض المواقع ، غير أن جهودهم بدت سخيفة ومضحكة •

كانت أمامنا ساعة ونصف أو ساعتان من السير للوصول الى داليم ومن ثم فقد طرحنا حديثا طويلا ليس حول أحوال الحرب ، فلم تكن هناك حاجة الى ذلك ، ولكن حول آمالنا وخططنا لأوقات ما بعد الحرب • بدأنا ذلك الحديث بأن طرح بوتيناند السؤال التالى •

بوتيناند : « كيف نحكم على فرص امكانية البحث العلمى فى ألمانيا بعد الحرب ؟ ان معاهد كثيرة سوف تهدم كما أن علماء كثيرين سيقتلون فى الحرب ، وسوف يؤدى البؤس العام بالكثيرين الى اعتبار المشاكل الأخرى أكثر الحاحا من متطلبات البحث العلمى • ومن ناحية أخرى فان اعادة بناء البحث العلمى فى ألمانيا يعتبر بالقطع واحدا من أهم الأسس للاستقراء المستمر لأحوالنا الاقتصادية وللعضوية الفعالة فى المجموعة الأوربية » •

هيزنبرج : « ان علينا أن نأمل أن يتذكر الألمان عندئذ عملية البناء بعد الحرب العالمية الأولى التى أدى فيها العمل المشترك بين العلم والتكنولوجيا ، مثلا فى مجال الصناعات الكيميائية والضوئية ، الدور الأهم • ان الناس فى بلدنا سيفهمون بسرعة أنه من غير

الممكن المشاركة فى الحياة الحديثة بدون البحث العلمى الناجح ، ولعلهم سيرون بالنسبة للفيزياء الذرية أن اهمال النظام الاشتراكى القومى الحالى للأبحاث الأساسية قد شارك فى حدوث الكارثة أو لعله كان عرضا من أعراضها • ولكننى أعترف أن هذه النظرة لاتكفينى • ان جذور المأساة تقع بالتأكيد فى مكان أكثر عمقا • ان ما نراه أمامنا هنا يعتبر فقط النهاية الحتمية لخرافة « لعنة الآلهة » (١) (Gotter dammerungs mythos) التى فلسفتها « كل شىء أو لا شىء (Als oder nichts) » التى وقع فريستها الشعب الألمانى دائما • الايمان بالقائد ، بالبطل المحرر ، الذى يقود الشعب الألمانى خلال البؤس والخطر الى عالم أفضل نتحرر فيه من كل القيود الخارجية أو الذى يعبر بنا — عندما يحكم القدر ضدنا — بكل ثقة خلال « نهاية العالم » (٢) (Weltuntergang) ان هذا الايمان الرهيب وما يرتبط به من ادعاءات مطلقة يحطم كل شىء من أساسه • انه يحل محل الواقع خيالات جبارة ويجعل كل امكانية للتفاهم مع الشعوب الأخرى — التى يتحتم علينا أن نعيش معها وبينها — مستحيلا • اننى أريد اذن أن أطرح السؤال هكذا : هل سيصبح الاهتمام بالعلم طريقا لنا بعد أن تتحطم الخيالات بلا رحمة وبلا توقف من خلال الواقع ؛ وهل سيقودنا هذا الطريق الى حكم أكثر اعتدالا وانتقادا للعالم ولموقفنا الذاتى فيه ؟ اننى أفكر اذن فى الناحية التربوية للعلم أكثر من الناحية الاقتصادية ، فى التربية على النقد الذاتى التى يمكننا أن نتوقع الكثير من ثمارها • بالطبع فان عدد الذين يقومون فعلا بعلم نشط ليس كبيرا بالمرة • ولكن ممثلى العلم فى ألمانيا احتلوا دائما مكانة عالية • لقد كان قولهم مسموعا ، كما أن طريقة تفكيرهم يمكن أن تؤثر على ميادين أخرى » •

بوتيناند : « ان التربية على التفكير العقلى ، تعتبر بالقطع فقط حاسمة كما أن أحد واجباتنا الرئيسية بعد الحرب هو خلق حيز كبير لهذا النوع من التفكير • حقيقة يجب أن يكون التطور الحالى للحرب قد فتح عيون أناس كثيرين على الواقع ، مثلا على أن الايمان بالقائد لايحل محل مصدر للمواد الخام ، وعلى أن التطور التكنولوجى والعلمى المهمل لا يستطيع القيام بألعاب سحرية •

---

(١) خرافة عند الحضارات القديمة يحتدم فيها الصراع بين الآلهة ويؤدى الى هلاك الأرض•
(٢) اللحظة التى يختل فيها نظام الكون •

ان نظرة على الكرة الأرضية ، على المنطقة الشاسعة التى تتحكم فيها الولايات المتحدة الأمريكية ، انجلترا ، وروسيا ، وعلى المنطقة الصغيرة جدا التى يمتلكها الشعب الألمانى ، كافيــــة للنهى عن المحاولة التى تتم الآن والكف عنهـــا منذ البدء • ولكن التفكير المنطقى المتواضع يبدو صعبا بالنسبة لنا • اننا بالطبع لاينقصنا العدد الكافى من الناس الأذكياء ، ولكننا كشعب نميل الى أن نفقد أنفسنا فى الأحلام ، اننا نعطى للخيال أهمية أكبر من التدبر ونعتبر الأحاسيس أكثر عمقـا من الأفكار • ومن ثم فانه من الضرورى جدا أن يكسب التفكير العلمى مكانة أعلى ولابد أن يكون ذلك ممكنا أثناء البؤس والحاجة بعد الحرب » •

لقد واصلنا سـيرنا بين واجهـات البيوت المشتعلة فى شـــارع « بوتسدام » وامتــداداته ، « هاوبتشتراس » (Haupt strasse) « ورواينشتراس »(Rhein Strasse) ثم « شلوسشتراس » (Schloss strasse) وكنا نتفادى فى كثير من الأحيان الضربات الناتجة من العتبات والدعامات المشتعلة أو المحترقة وبقايا الأسقف الساقطة فوق الشارع ، أو كانت تتوقفنا اللافتات والحواجز التى تحذر من القنابل الزمنية • لقد طـرأ عطل آخر عندما بدأ حذائى الأيمن فى الاحتراق وذلك لأننى قد وطئت بطريق الخطأ فوق كمية من الفوسفور المتفجر • ولحسن الحظ وجدنا بالقرب منا حفرة مائية ، استطعت فيها اطفاء الحريق ثم بدأت مواصلة الحديث •

هيزنبرج : « اننا نحن الألمان نحس غالبا بأن المنطق والحقائق المتكونة فى اطار القوانين الطبيعية ــ حتى هذا الذى نراه أمامنا هنا يعتبر حقيقة واقعة ــ نوع من الاجبارية أو أنها ضـغط نضـع أنفسنا بامتعاض شـديد تحته • اننا نعنى أن الحرية توجـد فقط حيث نستطيع التخلص من هذه الاجبارية ، وهى اذن موجودة فى عالم الخيال وفى الأحلام وفى ثمالة التسليم لأوتوبيا (Utopie) معينة وهناك نأمل أن نتمكن أخيرا من تحقيق المطلق الذى نتنبؤه ونحس به والذى يساعدنا دائما على الوصول لأعلى الانجازات ، كما هو الحال فى الفن مثلا • بيد أننا لا نشك فى أن عملية التحويل الى واقع (das Vervirklichen) تعنى الخضوع لجبريات المطابقات القانونية لهذه القوانين الطبيعية • ذلك أن ما هو واقع بالفعل هو فقط ما هو مؤثر Wirklich isnur was wirkt ، وكل أثر يستند على العلاقة القائمـة على أسس قانونية بين الحقـائق أو بين الأفكار المختلفـــة •

ولكن حتي اذا أخذنا في الاعتبار هذا الميل الغريب لدينا نحن الألمان نحو الأحلام والخرافات ، فانني لا أستطيع أن أرى لماذا يعتبر أناس كثيرون في بلدنا أن التفكير العلمي الذى يبدو ضعيفا ظاهريا يعتبر شيئا خادعا • انه من غير الصحيح أن العلم مبنى فقط على التفكير المنطقي وعلى فهم وتطبيق القوانين الطبيعية الثابتة — في الواقع فان الخيال يلعب دورا حاسما في عالم العلم وخصوصا في العلوم الطبيعية • وذلك لأنه حتى لو كانت عملية الحصول على الحقائق تحتاج الى عمل تجريبي مبنى على المثابرة والعناية الفائقة ، فان تنظيم الحقائق يتم فقط عندما ننغمس في الاحساس بالظواهر التكرارية أكثر مما ننغمس في التفكير فيها • وربما يكون علينا نحن الألمان واجب مميز في هذا الموضع ، وذلك لأن المطلق يؤثر علينا بمثل هذه الفتنة العجيبة •

ان طريقة التفكير النفعي منتشرة في كل مكان في العالم الخارجي ، ونحن نعرف من عصرنا ومن التاريخ — فلنفكر مثلا في الحضارات المصرية والرومانية والانجلو سكسونية — مدى نجاح طريقة التفكير هذه في التكنولوجيا والاقتصاد والسياسة •

ولكن في العلم والفن كان التفكير المبدئي (das prinzipielle Denken) كما نعرفه في شكله الرائع عند الاغريق ، ما زال في الواقع أكثر نجاحا • عندما تكونت في ألمانيا الأعمال الفنية والعلمية التى غيرت العالم — ويمكننا التفكير هنا في « هيجل(١) » (Hegel) « وماركس(٢) » (Marx) وفي بلانك وأينشتين ، وفي الموسيقى في بيتهوفن وشوبرت — فان ذلك كان ممكنا فقط عن طريق العلاقة مع المطلق ومن خلال التفكير المبدئي حتى آخر لحظة • واذن فانه فقط هناك حيث يخضع التطلع الى المطلق الى جبرية الشكل ، في العلم الى التفكير المنطقي المثابر وفي الموسيقى الى قواعد « علم التوافق » (Harmonilehre) و « علم الكونترا بونكت(٣) » (Kontrapunktik) ، وفقط هناك في هذا التوتر الشديد يمكن أن تنمو القوة الحقيقية لهذا التطلع • وفي اللحظة التى ينفرط فيها الشكل(٤) ، فان الطريق يؤدى الى الكارثة ، تماما كما نراه الآن أمام أعيننا

---

(١) Georg Wilhelm Friedrich Hegel فيلسوف ألماني (١٧٧٠/٨/٢٧ — ١٨٣١/١١/١٤) •

(٢) Karl Heinrich Marx مؤسس الشيوعية (١٨١٨/٥/٥ — ١٨٨٣/٣/١٤) •

(٣) يعنى هذا العلم بدراسة تطور وتعدد خطوات النغم •

(٤) أى عندما لا يخضع التطلع الى المطلق الى جبرية الشكل ، كان لا يخضع العلم للتفكير المنطقي المثابر •

واننى لست مستعدا لتمجيد هذه الكارثة من خلال مصطلحات مثل لعنة الآلهة أو نهاية العالم » ٠

أثناء ذلك بدأ حذائى الأيمن مرة أخرى فى الاحتراق وقد كان على أن أبذل بعض المجهود ليس فقط لاطفائه ولكن أيضا لابعاد السائل المحتوى على الفوسفور نهائيا ٠

عندئذ قال بوتيناند :

بوتيناند : « ان الأمور ستسير على ما يرام لو أننا عنينا بالحقائق المعطاة مباشرة ولعلنا نأمل بالنسبة للمستقبل فى وجود السياسيين الذين يستطيعون — من خلال خيال مؤثر فى اطار الحقائق القائمة — خلق ظروف مناسبة للحياة للشعب الألمانى ٠ أما بالنسبة للعلم فاننى أعتقد أن جمعية القيصر فيلهلم تمثل قاعد انطلاق حسنة نسبيا لاعادة بناء البحث العلمى هنا ٠

لقد أثرت الهجمات السياسية فى الجامعات أكثر من تأثيرها على جمعية القيصر فيلهلم ٠ واذن فانك ستواجه صعوبات كثيرة ٠ ولكن بالرغم من أنه قد تحتم على جمعيتنا تقديم التنازلات باشتراكها أيضا فى مشروعات التسليح أثناء الحرب ، فان كثيرين من العاملين بها لهم علاقات طيبة بعلماء فى الخارج يستطيعون تقدير قيمة التفكير المثابر فى ألمانيا وفى بلادهم وبالقطع سيكونون مستعدين للمساعدة بعد ذلك ٠

هل ترى فى ميدانك العلمى فقط تلاحم تسمح بالتعاون السلمى العالمى بعد الحرب ؟ » ٠

هيزنبرج : « من المؤكد أنه ستوجد تكنولوجيا ذرية سلمية ، بمعنى استغلال الطاقة النووية من خلال عملية انشطار اليورانيوم التى اكتشفها أوتوهان ٠ ولأننا نستطيع الأمل فى أن الاستغلال الحربى المباشر لهذه الطاقة سوف لا يلعب دورا فى الحرب الحالية نظرا للتكاليف التكنولوجيا الباهظة ، فانه يمكننا تصور امكانية التعاون الدولى المشترك فى هذا الميدان ٠ ان الخطوة الحاسمة فى اتجاه هذه التكنولوجيا الذرية قد حدثت بالفعل خلال اكتشاف أوتوهان كما أن الفيزيائيين الذريين كانوا يتعاونون دائما فيما بينهم دون الاعتراف بالحدود الدولية » ٠

بوتيناند : « واذن يجب علينا الانتظار حتى نرى كيف ستسير الأمور

بعد الحرب • وعلى كل حال علينا المحافظة على جمعية القيصر ـ فيلهلم » •

وهنا ودع كل منا الآخر وانطلق بوتيناند متجها الى داليم بينما واصلت السير الى فيشتيبرج حيث كنت لبعض الوقت نزيلا على أهل زوجتى •

كنت قد أحضرت منذ بضعة أيام طفلى الكبيرين الى برلين وذلك ليتمكنا من تهنئة جدهما بمناسبة عيد ميلاده ومن هنا فقد انتابنى القلق لما يكون قد حدث لهما ولجديهما أثناء الغارة الجوية • لقد تبدد أملى سريعا فى أن فيشتبرج ـ على الأقل ـ قد نجا من الخراب ، حينما رأيت من البعد النار تلتهم البيت المجاور لنا مباشرة وتنبعث من سطح بيتنا •

فى اللحظة التى مررت فيها بالمنزل المجاور انطلقت صرخات الاستغاثة المدوية ، ولكن كان على أولا رؤية الطفلين وجديهما • لقد تحطمت الأبواب والنوافذ فى منزلنا خلال الضغط الجوى للغارة وزاد من فزعى أن المنزل والسرداب الواقى من الغارات كانا فارغين من كل أثر للبشر • بعد برهة رأيت والدة زوجتى تقف فوق الخازنة ، مرتدين خوذة فوق رأسها لحمايتها من قوالب الطوب الساقطة ، وتقوم بمكافحة النيران بكل شجاعة ، عرفت منها على الفور أن ولدى قد ذهبا الى بيت مجاور لنا يلى الحديقة النباتية ، كانت اصابته أقل وطأة من منزلنا ، وأنهما ينعمان بالهدوء تحت رعاية جدهما وصاحب البيت الوزير « شميت ـ أوت » (Schmidt-Ott)

كانت عملية الاطفاء فى منزلنا قد انتهت تقريبا ولن يبقى سوى نزع بعض القوائم الخشبية للسقف وذلك لضمان عدم انتشار الحريق• بعد القيام بهذه العملية توجهت الى البيت المجاور لنا استجابة للصرخات العالية •

كان سقف البيت كله قد وقع وتراكمت أجزاؤه الملتهبة فى الحديقة أمام مدخل البيت مباشرة بينما اشتعلت النيران فى الدور العلوى كله • عندما دخلت الى الدور السفلى رأيت فتاة تصرخ من أجل المساعدة وعرفت منها أن والدها كان يقف فى الدور العلوى ويحاول مكافحة النيران باستعمال دلو صغير ، وكانت سلالم البيت كلها قد احترقت وسقطت ولم تعد هناك وسيلة لديها لانقاذ والدها • لحسن الحظ كنت أرتدى ملابس التدريب الرياضية وبذلك كنت سهل الحركة • استطعت أخيرا تسلق الجدران حتى الدور العلوى ورأيت عندئذ رجلا عجوزا يقف حول

حاجز من النار وهو يحـاول بجنون صب الماء من مسافة يقـل طولها باستمرار • بعد قفزة خلال الحاجز النارى أصبحت واقفا أمامه وجها لوجه • لكن الرجل اعتدل فى وقفته عندما رأى رجلا آخر غطت وجهه الأتربة السوداء وترك الدلو الى جواره ثم انحنى قليلا وقال : « اسمى انزلين (Enslin) انه لكرم كبير منك ، أن تحاول مساعدتى » •

كان ذلك مرة أخرى تعبيرا عن التقاليد البروسية القديمة ، الأدب والنظام والكلمات القليلة ، كما عرفتها وأعجبت بها دائما • دار فى رأسى للحظات قصيرة حديث مع نيلز كنا قد قمنا به على شاطىء الأوريزوند وقارن فيه نيلز بين البروسيين والنورمانيين القدماء ، كما فكرت أيضا فى المبدأ الذى يعتنقه ضابط بروسى يكافح فى موقف بلا أمـل : « قف من أجل تنفيذ الأمر حتى النهاية » • ولكن لم تكن هناك فسحة من الوقت للتفكير الطويل حول الايديولوجيات القديمة ووجب على التصرف هنا والآن بسرعة مطلقة • ومن ثم فقد عدت من نفس الطريق الذى قطعته قبل لحظات ومعى الشيخ العجوز •

بعد بضعة أسابيع انتقلت أسرتى حسب خطط ما قبل الحرب من ليبزيج الى أورفيلد بجوار بحيرة الفالشين ، وذلك لحماية الأطفال بقدر ما يمكن من الغارات الجوية • كما وصل أمر الى معهد القيصر ـ فيلهلم للفيزياء بالانتقال من داليم والبحث عن مقر ثانوى فى منطقة تكون أقل تعرضا للغارات الجوية • وقد وجدنا مكانا آمنا لاحتوائنا فى مصـنع منسوجات صغيرة بمدينة « هيشنجين » (Hechingen) فى جنـوب فورتمبرج (Sudwur Hemberg) واذن فقد قررنا الانتقال بالتدريج الى هناك مع معدات معاملنا وكم فريق الأبحاث فى المعهد •

من بين آثار السنوات الأخيرة المظلمة من الحرب لم تعـد الا بعض الصور المتفرقة واضحة فى ذاكرتى • وكل هذه الصور تنتمى الى الخلفية التى بنيت عليها بعد ذلك آرائى بالنسبة للقضايا السياسية المتعددة ، ولذلك يجب الاشارة اليها سريعا •

ينتمى الى الناحية المشرقة للحياة فى برلين تلك الأمسيات لما يدعى الأربعاء التى كان من أعضائها « الفريق أول بيك (١) (General oberst Beck) الوزيـر بوبيتس (٢) (Minister Popitz) الجـراح زاوريزوخ (٣)

(١) (١٨٨٠/٦/٢٩ ـ ١٩٤٤/٧/٢٠) •
(٢) (١٨٨٤/١٢/٢ ـ ١٩٤٤/١٠/٣) •
(٣) (١٨٧٥/٧/٣ ـ ١٩٥١/٧/٢) •

(Botschafter von Hassell)(١)السفير فون هاسيل (Chirurg Saurbruch)
ادوارد شبرانجر (٢) (Edward Spranger) ييسين (Jessen) شولينبورج(٣)
(Schulenburg) وآخرون. اننى أتذكر لقاء لنا فى أمسية عند زاوربروخ
استمتعنا فيها بحفلة عشاء بهيجة بالمقارنة بحالة الكفاف آنذاك ــ تلت
محاضرة حول العمليات الجراحية اللرئة . كانت الحفلة رائعة لدرجة أنه
فى نهايتها وقف السيد فون هاسيل فوق المائدة وراح ينشد أغنيات الطلبة
كما أتذكر أيضا الأمسية الأخيرة لهذه الجمعية فى يوليو عام ١٩٤٤ التى
دعوت فيها الأعضاء الى «الهارناكهاوس» (٤) (Harnackhaus) لقد أمضيت
فترة الظهيرة فى حديقة معهـــدى لجمع بعض التـــوت وكان لدى ادارة
الهارناكهاوس قليل من النبيذ واللبن وبذلك استطعت أن أقدم لضيوفى
غذاء معتدلا . بعد ذلك ألقيت محاضرة حول الطاقة الذرية فى النجوم وطرق
استغلالها التكنولوجية فوق الأرض آخذا فى الاعتبار الحدود السرية لهذا
الموضوع . اشترك فى المناقشة بعد المحاضرة كل من بيك وشبرانجر .
وقد رأى بيك على التـــو أنه بناء على هـــذه المعلومات يجب أن تتغير كل
التصورات العسكرية من أساسها وقد عبر شبرانجر عما نخمنه نحن
الفيزيائيين منذ زمن بعيد وهو أن تطور الفيزياء الذرية قد يؤدى الى
تحولات فى فكر البشر تصل الى أعماق التركيبات الاجتماعية والفلسفية .

فى التاسع عشر من يوليو أحضرت محضر الاجتماع الى بوبيتس فى
شقته وسافرت فى نفس الليلة بالقطار الى ميونخ وكوخيل (Kochel)
ثم من هناك سيرا على الأقدام لمدة ساعتين حتى وصلت الى أورفيلد .
فى الطريق قابلت جنديا وضع أمتعته فوق عربة يد للصعود الى جبل
« الكيســـيل » (Kesselberg) فاســـتأذنته فى وضــــع حقيبتى
الثقيلة فوق العربة ومساعدته فى جرها . أخبرنى الجندى أنه قد سمع
منذ لحظات من المذياع أن اعتداءا قد وقع على هتلر وبالرغم من أن اصابته
طفيفة فانه يبدو أن هناك صراعا على السلطة فى برلين . لقد سألته بحذر
عن رأيه فى هذه الأحداث فأجاب مقتضبا : « جميل ، أن يحدث شىء
قريبا » . بعد ساعات قليلة جلست فى أورفيلد أمام المذياع وسمعت أن
الفريق أول بيك قد سقط صريعا فى مركز قيادة الجيش فى شـــارع

---

(١) (١٢ /١١ /١٨٨١ – ٢٠ /٧ /١٩٤٤) .
(٢) (٢٧ /٦ /١٨٨٢ – ١٧ /٩ /١٩٦٣) .
(٣) (٥ /٩ /١٩٠٢ – ١٠ /٨ /١٩٤٤) .
(٤) بيت ينتمى الى أدولف هارنك Adolf Harnoh مؤسسى جمعية القيصر فيلهلم .

« بيندلر » (Bendler Strasse) ثم ذكرت أســـماء بوبيتس ، هاســـيل شولينبورج وييسين كمعاونين في المؤامرة ، وقد عرفت من فورى ماذا يعنى هذا • حتى « رايشفاين » (Reichwein) الذى زارنى فى بداية يوليو فى الهارنكهاوس تم القبض عليه •

بعد بضعة أيام سافرت الى هيشنجن حيث كان جزء كبير من معهدى فى برلين قد وصل الى هناك • وقمنا على الفور بالاعداد لمحاولة بنـــاء المفاعل الذرى في سرداب يقع تحت منحدر حبـــلى فى المدينة الرائعـــة « هايجر لوخ » تحت كنيسة القلعة هناك مما زودنا بوقاية ضد كل الغارات الجوية المحتملة • لقد أصبحت الرحلات المنتظمة بالدراجة بين هيشنجين وهايجر لوخ (١) ، والغابات التى كنا نجمع فيها عش الغراب فى أيام الاجازات وحقول الفلاحين على جانبى الطريق ، حاضرا بالنسبة لنا ، تماما مثل الأمواج عند « خليج الأليوزيس » (Eleusis) بالنسبة لهانس أويلر وقد استطعنا لأيام طويلة أن ننسى الماضى والمستقبل •

عندما بدأت في أبريل عام ١٩٤٥ أشجار الفواكه في الازدهار كانت الحرب قد أتت الى نهايتها • لقد اتفقت مع المشتغلين معى على أنه عندما يصبح المعهد والعاملون فيه غير مهددين بخطر مبـــاشر ، سوف أسافر بالدراجة من هيشنجين الى أورفيلد(٢) للوقوف بجوار أسرتى عند دخول القوات الأجنبية •

فى منتصف أبريل انسحبت آخر بقايا القوات الألمانية المنحلة خلال مدينة هيشنجين متجهة الى الشرق • وفى احدى العصارى سمعنا أصوات الدبابات الفرنسية الأولى التى كانت قد تقدمت فى الجنـوب متخطية مدينة هيشنجين الى مرتفعات كام فى « الرواين آلب » (Rauen Alb) واذن فقد بدا أن وقت انصرافى قد أذن • عند منتصف الليل عاد كارل فريدريش من رحلة استكشاف بالدراجة الى «ويتلنجين» (٣) (Reutlingen) أقمنا بعدها فى السرداب الواقى من الغارات الجوية للمعهد حفلة وداع قصيرة وبالقرب من الساعة الثالثة صباحا بدأت رحلتى الى أورفيلد • وعندما وصلت قرب الفجر الى مدينة « جامر تينجن » (٤) (Gammertingen) كنت قد تركت خلفى خطوط القتال وقد كان على أحيانا أن أتفـــادى التهديدات الناجمة من الطيارات المنخفضة •

---

(١) حوالى ٢٠ كم •
(٢) حوالى ١٩٥ كم من هيشنجين •
(٣) حوالى ٣٣ كم من هيشنجين •
(٤) حوالى ٢٥ كم من هيشنجين •

في اليومين التاليين قررت بسبب هذه التهديدات السفر ليلا فقط بينما كنت أقوم في النهار بالنوم وجمع الأطعمة ٠

انني لاتذكر ذاك التل عند « كروجتسل » (Krugzell) الذي أردت فوقه الاسترخاء بعد طعام الغذاء تحت حماية صخرة هائلة ٠ انتشرت أمامي تحت السماء الصافية والشمس الدافئة الرائعة سلسلة جبال الألب « الهوخفوجيل » (Hochvogel) ميديلجابل (Madelegabel) وكل الجبال التي تجولت فيها أثناء خدمتي العسكرية قبل سبع سنوات، بينما بدت أسفل التل أشجار الكرز المزدهرة ٠ لقد بدأ الربيع بالفعل وانطلقت أفكاري المسترسلة تتأمل مستقبلا مشرقا ، حتى نمت في النهاية ٠

بعد ساعات قليلة استيقظت على أصوات الرعد ورأيت فوق المدينة « ميمينجين » (Menningen) التي أمكنني التعرف عليها من بعيد نفثة دخان كثيفة تصعد الى السماء ٠ لقد انتشر بساط من القنابل فوق منطقة الثكنات العسكرية ٠ واذن فقد شعرت مرة أخرى أن الحرب ما زالت مشتعلة بينما كان علي الاستمرار في السفر جهة الشرق ٠ في اليوم الثالث وصلت الى أورفيلد ووجدت أسرتي في حالة طيبة ثم قضينا الاسبوع التالي في الاستعداد لنهاية الحرب فعززنا نوافذ السرداب بأجولة الرمل وأتينا بكل المواد الغذائية التي يمكن الحصول عليها الى البيت ٠ كانت البيوت المجاورة لنا خالية تماما فقد فر سكانها الى الحافة الأخرى من البحيرة ٠ وفي الغابات القريبة انتشرت فلول وحدات الـ SS (١) وكميات كبيرة من الذخيرة التي أقلقتني خوفا على الأطفال ٠

في النهار كان علينا تفادي تبادل اطلاق النار الذي وقع في أوقات متفرقة وفي الليل كنا نكافح التوتر والقلق ٠

عندما جاء في الرابع من مايو ١٩٤٥ « الكولونيل باش » (Pash) مع بعض جنوده لالقاء القبض علي كان شعوري كسباح استمر في العوم حتى الموت ثم رأى للمرة الأولى أثرا للأرض اليابسة ٠

في الليلة السابقة سقطت كميات قليلة من الجليد ، ولكن في يوم

---

(١) اختصار لكلمة Schutzstaffel وحدات عسكرية مهمتها حراسة هتلر ٠

رحيلى تألقت شمس الربيع فى السماء الصافية وزهت الأرض المغطاة بالجليد تحت أشعتها البراقة • لقد سألت أحد حراسى الأمريكيين ــ الذى كافح فى أماكن متفرقة من العالم ــ عما اذا كانت بحيرتنا القابعة بين الجبال تعجبه فكانت اجابته ، أن هذه تعتبر أجمل بقاع الأرض التى عرفها حتى الآن •

١٦ ـ حول مسئولية الباحث

(١٩٤٥ ـ ١٩٥٠)

ؤ ... اسر بعد اقامة قصيرة فى هايد يلبرج (Haidelberg) وبلجيكا فى النهايه الى اقامة طويلة فى المقر الريفى «فارم هول» (Farm Hall) مع بعض الأصدقاء القدامى ومعاونى الشبان فى « اتحاد اليورانيوم » من بينهم أوتوهان « ماكس فون لاوى » (١) (Max von Laue) فالتر جيرلاخ (Walter Gerlach) (٢) كارل فريدريش فون فايتسكر ، وكارل فيرتس ·

يقع المنزل الريفى فارم ـ هول على حافة القرية « جودمانشستر » (Godmanchester) على بعد ٢٥ ميل من مدينة الجامعة العريقة « كامبريدج » Cambridge فى انجلترا · وقد كنت أعرف المنطقة من زياراتى القديمة لمعامل « كافنديش » (٣) (Cavendish-Laboratorium) لقد احتل هنا فى الأسر أوتوهان بين الفيزيائيين الذريين العشرة ثقة كل فرد منهم عن طريق جاذبية شخصيته وحذقه واتزان تصرفاته فى المحن · وقد كلفناه اذن بالتباحث مع حراسنا كلما استدعى الأمر ذلك · بيد أن

---

(١) فيزيائى المانى (١٨٧٩/١٠/٩ ـ ١٩٦٠/٤/٢٤) ·

(٢) فيزيائى المانى (١٨٨٩/٨/١ ـ ١٩٧٩) ·

(٣) نسبة الى الكيمائى الانجليزى Henry Covendish (١٧٣١/١٠/١٠ ـ ١٨١٠/٢/٢٤) ·

رعاية الضباط لنا وأداءهم لواجباتهم بفطنة وانسانية كاملة ، أدت بعد وقت قليل الى اقامة علاقة ثقة متبادلة بيننا وبينهم • لقد تم استجوابنا جميعا بشأن أعمالنا حول مشكلات الطاقة الذرية وقد لاحظنا تناقضا بين الاهتمام القليل بأعمالنا والعناية الفائقة التى كنا نحرس بها ، والتى انقطع فيها اتصالنا بالعالم الخارجى كلية •

عندما وجهت سؤالا مضادا الى الفيزيائى الذى استجوبنى عما اذا كان هناك فى أمريكا وانجلترا من اهتم أثناء الحرب بمشكلة اليورانيوم حصلت فقط على لاجابة : لقد كان الحال هناك مختلفا عن هنا فقد أعطى مركز قيادة الحرب واجبات مباشرة للفيزيائيين وتحتم عليهم تنفيذها • ولكن ذلك لم يكن معقولا بأى حال لأنه لم يكن هناك أثر لأى أبحاث أمريكية حول الانشطار النووى أثناء الحرب •

فى عصر السادس من أغسطس عام ١٩٤٥ جاء كارل فيرتس الى بالخبر المفزع : منذ لحظات أعلن المذياع أن قنبلة ذرية قد سقطت فوق المدينة اليابانية هيروشيما • فى بادىء الأمر لم أكن أريد تصديق هذا الخبر ، وذلك لأننى كنت متأكدا أنه لتصنيع القنابل الذرية يجب أن تنفق تكاليف تكنولوجية باهظة للغاية ، التى ربما تقدر بكثير من بلايين الدولارات • كما اننى قد اعتبرته من غير المعقول نفسيا ، أن كل الفيزيائيين الذريين فى أمريكا الذين أعرفهم جيدا ، قد جندوا كل القوى من أجل مثل هذا المشروع ، ومن ثم فقد كنت أميل الى تصديق حراسنا من الفيزيائيين الأمريكيين الذين خمنوا أن المذيع يقوم بنشر نوع من الدعايات • وقد قالوا لى أيضا أن المذيع لم يذكر كلمة يورانيوم • ولذلك فقد تطرق الى ذهنى أن المقصود بكلمتى « قنبلة ذرية » أى شىء آخر • وعندما شرح المعلق فى المذياع فى المساء التكاليف التكنولوجية الرهيبة التى أنفقت كان على أن أتقبل الواقع وهو أن تقدم الفيزياء الذرية التى عشبتها لمدة خمس وعشرين سنة قد أدى الآن الى مقتل أكثر من مائة ألف انسان •

كان أوتوهان أكثرنا تأثرا بهذه الصدمة العنيفة • لقد كان انشطار اليورانيوم أهم اكتشافاته العملية الذى مثل الخطوة الحاسمة التى لم يرها أحد من قبل تجاه التكنولوجيا الذرية • والآن فقد أدت هذه الخطوة بمدينة كبيرة وسكانها العزل الأبرياء الى تلك النهاية المفجعة •

انعكست هذه الصدمة على هان بحالة من الاكتئاب الشديد قرر معها الاعتزال فى حجرته ، وقد أصابنا جميعا الذعر مخافة أن يحاول الانتحار • وقد يكون بيننا فى هذا المساء من خرج عن توازنه وتفوه بكلمات طائشة •

ولكننا عدنا مرة ثانية بعد انقضاء يوم كامل الى تنظيم أفكارنا وامعان النظر فيما وقع بالفعل •

خلف المقر الريفى فارم ــ هول ، وهو مبنى قديم من الطرب الأحمر، كانت توجد مزرعة من الحشائش المهملة وكنا نستخدمها كملعب لكرة اليد بين هذه المزرعة والحائط المغطى بأوراق شجر اللبلاب الذى يفصلنا عن الحديقة المجاورة كان هناك خط طويل من أحواض الزهور التى اهتم جيرلاخ بالعناية بها • لقد لعب الطريق المحيط بهذه الزهور لدينا نحن الأسرى نفس الدور الذى لعبته الصومعة فى أديرة القرون الوسطى • لقد كان يعتبر بمثابة المكان المناسب للأحاديث الثنائية • فى صباح اليوم التالى للخبر المزعج ذهبنا الى هناك ، كارل فريديدريش وأنا ، لوقت طويل نتحدث ونفكر • بدأت محاورتنا بالقلق على أوتوهان ولعل كارل فريدريش أثار السؤال الصعب •

كارل : « اننا نستطيع أن نفهم أن أوتوهان قد ابتأس لأن اكتشافه العلمى العظيم قد اقترن بدنس هذه الكارثة التى يستحيل تصورها • ولكن هل هناك أسباب لديه تجعله يحس بأنه مذنب على نحو ما ؟ هل لديه من الأسباب أكثر مما لدى أى منا نحن الذين شاركنا فى بناء الفيزياء الذرية ؟ هل نحن جميعا مذنبون فى هذا الضرر ؟ وفى أى شىء يتمثل هذا الذنب ؟ » •

هيزنبرج : « اننى لا أعتقد أن هناك مفرا لاستخدام كلمة « ذنب » هنا حتى ولو كنا قد وقعنا ــ على نحو من الانحاء ــ فى شراك هــذه العــلاقة السببية • لقد اشترك هان ونحن جميعــا فى نمو العلم الحديث •

ان هذا النمو يعتبر عملية حياة قررت الانسانية ــ أو عــلى الأقل الجزء الأوربى منها ــ منذ بضعة قرون المضى فيها أو ــ اذا أردنا الدقة فى التعبير ــ استقرت عليها • اننا نعرف من تجاربنا أن هذه العملية قد تؤدى الى الخير والشر • بيد أننا كنا مقتنعين ــ وقد كانت هذه هى عقيدة التقدم فى القرن التاسع عشر ــ أنه كلما نمت المعــرفة تغلب الخير واســتطاع الانســان القبض على العــواقب السيئة • ان أحدا منا لم يفكر بطريقة جادة فى امكانية تصــنيع القنابل الذرية قبل اكتشاف أوتوهان ــ ولا حتى أوتوهان نفسه ، وذلك لأن الفيزياء فى ذلك الحين لم تجعل الطريق المؤدى الى هناك واضحا • ان الاشتراك فى عملية الحياة الخاصــة بنمو العلم ، لا يمكن أن تعتبر خطيئة » •

كارل : « بالطبع ستوجد الآن عقول راديكالية تدعو الى أن يبتعد الانسان في المستقبل عن عملية تطور العلم هذه ، وذلك لأنها تؤدى الى مثل هذه الكوارث • ان ثمة واجبات اجتماعية واقتصادية وسياسية تعتبر أكثر أهمية من التقدم فى العلوم الطبيعية • ولعلهم يكونوا محقين فى هذا • بيد ان الذى يفكر هكذا ينكر حقيقة أن حياة الانسان اليوم تعتمد بقدر كبير على هذا التطور في العلم • اذا أردنا التغاضي عن التوسع المستمر في المعارف ، فانه يتحتم تقليل عدد الناس فوق الأرض بطريقة جذرية وفى وقت قصير للغاية • ان هذا لا يمكن أن يحـــــدث الا عن طريق كارثة تناظر توارث القنابل الذرية او تفوقها • بالاضافة الى ذلك فاننا ندرك أن العلم قوة • وطالما يدور السباق فوق الأرض من أجل القوة ــ وفى الوقت الحالى لا يبدو أن هناك نهاية لهذا ــ فسيظل السباق من أجل العلم قائما • وربما فى المستقبل البعيد ــ عندما يتكون شيء مثل الحكومة العالمية ، أى نظام مركزى للعلاقات فوق الأرض ــ الذى نأمل أن تتوافر فيه الحرية بقدر ما هو ممكن ــ فان التطلع الى نمو العلم سيصبح ضعيفا • ولكن ذلك لا يعتبر مشكلتنا الآن • فى الوقت الحالى ينتمى التطور العلمى الى عملية حياة الانسانية ، واذن فان الفرد الذى يشترك فى هذا التطور لا يمكن أن يعتبر مذنبا • كما أن الواجب الحتمى هنا يكمن فى ادارة عملية التطور هذه من أجل الخير والعمل على استغلال التوسع فى المعرفة من أجل رخاء الانسان فقط ، وليس اعاقة هذا التطور ذاته • ان السؤال اذن هو : ما الذى يستطيع كل فرد أن يفعله وما هى الواجبات التى تنشأ هنا عندما يرغب فى العمل فى البحث العلمى ؟ » •

هيزنبرج : « اذا اعتبرنا تطــور العلم بهــذه الطريقــة كعملية تاريخية بالمقياس العالمى فان سؤالك يذكرنى بالقضية القديمة حول دور الفرد فى تاريخ العالم • بالتأكيد سيتحتم الافتراض هنا أيضا أن الأفراد قابلون للاحلال بالمعنى الواسع • فمثلا اذا لم يكن أينشتين قد اكتشف النظرية النسبية ، فانها كانت ستكتشف بواسطة عالم آخر ،وربما كان«بوانكريه» (١) (Poincare)أو «لورينتز» (٢) (Lorentz) واذا لم يكن هان قد توصل الى انشطار اليورانيوم فربما وقع نظر « فيرمى » أو « جوليو » (٣) (Joliot) على هذه الظاهرة التكرارية •

(١) Henri Poincare عالم رياضيات وفيزياء فرنسى (١٨٥٤/٤/٢٩ ــ ١٩١٢/٧/١٧) •

(٢) Hendrik Lorentz عالم فيزياء هولندى ١٨٥٣/٧/١٨ ــ ١٩٢٨/٢/٤) •

(٣) Frédéric Joliot فيزيائى فرنسى (١٩٠٠/٣/١٩ ــ ١٩٥٨/٨/١٤) •

انني لا أعتقد أننا ننقص من قيمة الانسان الفرد عندما نقر بهذا • ومن هنا لايمكن تحميل الفرد الذى يقوم فعلا بعمل الخطوة الحاسمة ، المسئولية لعواقب هذا العمل أكثر من الأفراد الآخرين الذى ربما استطاعوا القيام بها • ان الفرد قد وضع فى الموقع الحاسم من قبل التطور التاريخى ، وقد وقع عليه أن يقوم بالانجاز ، ليس أكثر • وفى الحقيقة ، فان هان قد شجع فى ألمانيا أيضا تطبيق انشطار اليورانيوم فى مجال التكنولوجيا الذرية السلمية وحذر من محاولة الاستغلال العسكرى له من كل مكان • ولكن بالنسبة للتطورات فى أمريكا فانه بالطبع لم يملك القدرة على التأثير فيها » •

كارل : « ربما علينا هنا أن نفرق بين المكتشف والمخترع • المكتشف لا يستطيع فى العادة قبل الاكتشاف معرفة شىء عن الاحتمالات التطبيقية له ، وحتى بعد ذلك فقد يكون الطريق طويلا حتى يتم الاستغلال العملى لاكتشافه بحيث ان الافتراضات هنا تعتبر مستحيلة هكذا فان « جالفانى » (١) (Galvani) وفولتا (٢) (Volta) لم يستطيعا تصور التكنولوجيا الاليكترونية التى جاءت فيما بعد • واذن فانهما أيضا غير مسئولين بأى حال عن الاستعمالات والمخاطر المصاحبة للتطورات التالية •

ولكن بالنسبة للاختراع فان الحال فى العادة يكون مختلفا • ان المخترع يضع نصب عينيه هدفا عمليا معينا • انه لابد وأن يكون مقتنعا بأن الوصول الى هذا الهدف يمثل قيمة فى ذاته ، وبالطبع فان الانسانية ستحمله بحق مسئولية هذا الاختراع • ومع ذلك فانه من الواضح فى حالة المخترع أنه لا يتصرف كفرد ولكن بأمر من مجموعة انسانية أكبر • لقد كان مخترع التليفون مثلا يعرف أن الجماعة الانسانية تعتبر أن الاتصال السريع أمنية طيبة يجب الوصول اليها • وأيضا فان مخترع المعدات الحربية يتصرف باسم السلطة الحربية التى تريد زيادة قوتها العسكرية • واذن فانه يمكن تحميل المخترع أيضا جزء من المسئولية فقط • وبالطبع يجب أن نقر هنا أيضا أنه لا الفرد ولا الجماعة تستطيع رؤية كل العواقب المستقبلية للاختراع • ان أحد الكيميائيين مثلا الذى يكون مادة يستطيع بها حماية الأراضى الزراعية من الأوبئة ، لا يستطيع — تماما مثل مالك الأرض أو مديرها — التنبؤ بالعواقب التى ستحل فى

---

(١) Luigi Galvani عالم طبيعيات ايطالى (١٧٣٧/٩/٩ — ١٧٩٨/١٢/٤) •

(٢) Alessandro Grat Volta فيزيائى ايطالى (١٧٤٥/٢/١٨ — ١٨٢٧/٣/٥) •

النهاية نتيجة للتغيير فى عالم الحشرات فى المنطقة تحت الاعتبار ٠ واذن فانه سيتحتم بناء على ذلك مطالبة الفرد فقط بأن يرى هدفه كجزء من العلاقة الكبرى ، وألا يعمل من أجل مصلحة جماعة صغيرة على تعريض جماعات كبيرة للخطر ٠ ان المطلوب اذن هو الاحترام الدقيق والملتزم للعلاقة الكبرى التى تكتمل فيها عملية التقـــدم التكنولوجى والعلمى ٠ انه يجب احترام هذه العلاقة أيضا هناك حيث تتعارض مباشرة مع المصالح الذاتية » ٠

هيزنبرج : « اذا كنت تفرق هـــكذا بين الاكتشاف والاختراع ، فأين تضع اذن هذه النتيجة الجديدة المفزعة للتقدم التكنولوجى ، أعنى القنبلة الذرية ؟ » ٠

كارل : « لقد كانت تجربة هان حول الانشطار النووى اكتشافا ، بينما تصنيع القنبلة الذرية كان اختراعا ٠ وبالنسبة للفيزيائيين الذرين فى أمريكا الذين بنوا القنبلة ، سيسرى عليهم مفعول ما قلناه حول المخترع ٠ انهم لم يتصرفوا كأفراد ولكن بأمر صريح أو متوقع من قبل جماعة قيادة حرب انسانية ، التى تحتم عليها اســـــتهداف التقوية اللامحدودة لقدرتها على الكفاح ٠

لقد قلت سابقا فى احدى المرات أنك لا تستطيع أن تتصور بناء على أسس نفسية ، أن الفيزيائيين الذريين الأمريكيين يتطلعون بكل قوة الى تصنيع القنابل الذرية ٠ حتى بالأمس ، فانك لم ترغب فى الاعتقاد فى القنبلة الذرية ، كيف تستطيع اذن تفسير الأحداث فى أمريكا ؟ » ٠

هيزنبرج : « ربما خشى الفيزيائيون هناك فى بداية الحرب من أن تحاول المانيا تصنيع القنابل الذرية ٠ ان هذا يعتبر منطقيا ، وذلك لأن انشطار اليورانيوم قد اكتشفه هان فى ألمانيا ، وقد كانت الفيزياء الذرية لدينا ــ قبل هروب فيزيائيين نشطين من وجه هتلر ــ على مستوى مرتفع للغاية ٠ واذن فلعلهم اعتبروا نصر هتـــلر بواسطة القنبلة الذرية خطرا مرعبا وأنه لتفادى هذه الكارثة يمكن أن يصبح تصنيع القنبلة الذرية وسيلة يمكن تبريرها ٠ اننى لا أعرف ما اذا كنا نستطيع قول شىء ضد هذا خصوصا عندما نفكر فيما حدث فى سجون التعذيب التى شيدها الاشتراكيون القوميون ٠ وربما قام فيزيائيون كثيرون بعد نهاية الحرب مع ألمانيا بالنهى عن استخدام هذا السلاح ، ولكن فى هذه اللحظة لم يعد أى منهم يملك تأثيرا حاسما على الأحداث ٠ بالمثل فانه لا يسرى نقد علينا ، لأننا أيضا

لم نستطع منع الأفعال السيئة التي قامت بها حكومتنا • ان حقيقة أننا لم نكن نعرف مدى هذه الأخطاء لم تعد عذرا وذلك لأنه كان من الواجب علينا أن نبذل مجهودا أكثر لترشيد هذه الحكومة •

ان المؤلم في هذا الاتجاه الفكرى ، هو أن الانسان يتعرف على حقيقة رهيبة مؤداها أنه مسير فى هذا العالم • وأن يعى أنه فى تاريخ البشر كان المبدأ الآتى يطبعه دائما : من أجل الخير مسموح للانسان الكفاح بكل الوسائل ، ولكن من أجل الشر لا • أو بطريقة أكثر كراهية : ان الغاية تبرر الوساطة • ولكن ما الذى كان يمكن للانسان أن يفعله ضد هذا الاتجاه الفكرى ؟ » •

كارل : « لقد قلنا قبل ذلك أنه يمكن مطالبة المخترع بأن يرى هدفه من خلال العلاقة الكبرى للتقدم التكنولوجى فوق الأرض • هل نريد أن نختبر ما ينتج عن هذا • بالنظرة الأولى فانه بعد مثل هذه الكوارث تجرى دائما أعداد كبيرة من الحسابات الرخيصة • سوف يقال مثلا انه خلال استعمال القنبلة الذرية تم انهاء الحرب بسرعة • وربما كان عدد الضحايا فى النهاية أكبر لو تركت الحرب تأتى الى نهايتها ببطء دون استخدام هذا السلاح • انني أعتقد أنك قد ذكرت هذه الحجة بالأمس أيضا • مثل هذه الحسابات تعتبر غير كافية لأننا لا نعرف العواقب السياسية المستقبلية لهذه الكارثة • هل ستؤدى الهزيمة الى الاستعداد لحرب أخرى فى المستقبل ؟ التى تتطلب عددا أكبر من الضحايا ؟ وهل ستؤدى الأسلحة الجديدة الى توزيع جديد للسلطة فى العالم التى تستلزم بعد ذلك وعندما تصبح كل القوى العظمى مالكة لهذا السلاح وتحت تأثير مشاحنات خاسرة للغاية — التراجع عن هذه الاسلحة مرة أخرى ؟ ان أحدا لا يستطيع الآن التنبؤ بمثل هذه التطورات • ومن ثم فاننى أعتبر هذه الحجج غير مفيدة • اننى أرغب دائما فى الانطلاق من المبدأ الذى تحدثنا عنه مرارا فى أحاديثنا السابقة وهو ان عملية اختيار الوسائل هى فقط التى تقرر ما اذا كان فعل ما خيرا أو شرا • ألا يعتبر هذا المبدأ هنا أيضا قابلا للتطبيق ؟ » •

هيزنبرج : « ان من عواقب التقدم التكنولوجى العلمى سيكون بلا شك أن الوحدات السياسية المستقلة فوق الأرض ستكبر باستمرار وأن عددها سيقل باستمرار بحيث انه فى النهاية تنشأ الحاجة الى نظام مركزى للعلاقات ، نتمنى أن تتوفر فيه الحرية الكافية للأفراد وللشعوب المختلفة • ان التطور فى هذا الاتجاه يعتبر حتمية

تاريخية ولم يعد أمامنا فى الواقع سوى السؤال عما إذا كان من اللازم وقوع كوارث عديدة حتى الوصول الى الموقف النهائى أو لا ؟ واذن فاننا نستطيع فرض أن القوى الكبرى الباقية بعد هذه الحروب ستحاول مد مجال تأثيرها بقدر ما هو ممكن • وهذا يمكن أن يحدث فى الواقع من خلال الاتحادات التى ستتكون من خـلال المصالح المشتركة أو حتى خلال الضغط السياسى والاقتصـادى • وحيثمـا يوجد خارج نطاق التأثير المباشر لقوة عظمى معينة مجموعات ضعيفة مهددة أو مظلومة من أخرى أقوى ، فانه سيصبح من مصلحة القوة الكبرى رعاية الضعيفة حتى يتحرك توازن القوى لمصلحة الضعفاء ، مما يؤدى الى زيادة تأثير هذه القوة الكبرى • بهذه الطريقة يمكن تفسـير أسـباب تدخل أمريكا فى الحربين العالميتين • اننى اذن سأفترض أن التطور فى هذا الاتجاه سيستمر ، واننى لا أرى لماذا يجب على أن أكافح ضد هذا نفسيا • وبالطبع ستتهم القوى العظمى التى تتبنى هذه السياسة التوسعية بأنها قوى استعمارية • ولكن فى هذا الموضع يبدو أن السؤال حول اختيار الوسائل يلعب دورا حاسما • ان القوة العظمى التى تجعل تأثيرها يسرى بطريقة حذرة، والتى تستخدم فى العادة الوسائل الاقتصادية والثقافية والسياسية وتمتنع عن استخدام القوة الباطشة فى التدخل فى الشئون الداخلية للشعوب ، سيعتبر هذا الاتهام بالنسبة لها من غير محله بالمقارنة بالقوة العظمى التى تتبنى استخدام القوة الباطشة • ان التركيب النظامى للقوة العظمى التى تستخدم وسائل يمكن قبولها سـوف يؤخذ فى الاعتبار بقدر أوفى كنموذج للتركيب النظامى الموحـــد للعالم فى المستقبل •

والآن فان الولايات المتحدة الأمريكية تعتبر بالنسبة لكثيرين حصنا للحرية كما أن تركيبها يمثل النظام الاجتماعى الذى يستطيع الفـرد فيه الانطـلاق بطريقة أسهل • ان حقيقة أنه يمكن التعبير هناك عن كل رأى بحرية وأن الحافز الفردى أهم من القواعد الحكومية وأنه يوضع اعتبار لكل انسان فرد ، وأن أسرى الحرب مثلا يعاملون بطريقة أفضل من معاملتهم فى الدول الأخرى ، كل هذا أيقظ الشعور بالأمل لدى الكثيرين بأن التركيب الداخلى لأمريكا يمكن اتخاذه كنموذج للتركيب الداخلى للعالم • ولقد كان على الذين قرروا القاء القنبلة الذرية فوق اليابان أن يفكروا فى هذا الأمل أثناء مشاوراتهم • وذلك لأننى أخشى أن هذا الأمل قد نال ضربة قوية من خلال استعمال القنبلة الذرية • ان الاتهام بالاستعمارية سيوجه من كل القـــوى

المتصارعة مع أمريكا بكل قوة وسوف يحصل قوة اقناع شديدة من خلال عملية قذف القنبلة الذرية • وذلك لان القنبلة لم تكن مهمة من أجل تحقيق النصر ، ولأن استعمالها سيفهم على أنه مظاهرة للقوة وبالتالى فلم يعد من الممكن رؤية كيف أن الطريق من هنا سيؤدى الى نظام عالمى حر » •

كارل : « انك تعنى اذن أنه كان من الواجب أن ينظر الانسان هناك الى الاحتمالية التكنولوجية للقنابل الذرية كجزء من العلاقة الكبرى ، أى كجزء من التطور التكنولوجى العلمى العالمى ، الذى لابد وأن يؤدى فى النهاية الى نظام موحد فوق الأرض • وكان على الانسان أن يعى أن استخدام القنبلة فى اللحظة التى كان قرار النصر قد صدر فعلا ، يعتبر عودة الى الزمن الذى يعبر عن الحكومات القومية المتصارعة من أجل السلطة والذى يحيد عن هدف قيام نظام عالمى حر موحد • وان استخدامها يضعف الثقة فى القضية العادلة لأمريكا بل ويجعل رسالتها غير جديرة بالتصديق •

ان وجود القنبلة الذرية هنا لا يعتبر فى حـــد ذاته مأساة ، وذلك لانها ستجعل فى المستقبل الاستقلال السياسى الكلى قاصرا على عدد قليل من القوى العظمى التى تملك قوة اقتصادية كبرى •

وبالنسبة للدول الصغيرة فسوف تملك استقلالا محدودا فقط ولكن ذلك لا يعنى أن حرية الفرد فيها ستصبح مقيدة بل انه يعتبر ثمنا للتحسن العام فى ظروف الحياة فيها •

ولكننا نصل ـ بحديثنا هذا ـ دائما عن السؤال الحقيقى • أننا نريد أن نعرف كيف يجب على الفـــرد أن يتصرف فى هـــذا العالم المهتم بالتقدم التكنولوجى ، والذى بنى على الأفكار المتناقضة واستسلم لشطحاتها وتصوراتها المجنونة • ان تجربتنا ضئيلة حقا فى هـــذا الصدد » •

هيزنبرج : « لقد فهمنا على أى حال ، أنه ليس كافيا بالنسبة للفرد الذى اتخذ التقدم التكنولوجى أو العلمى واجبا له ، أن يفكر فقط فى هذا الواجب • بل عليه أن يراه كجزء من تطور أكبر يوافق عليه بمجرد اتخاذه لهذا الواجب • وأنه ربما سيصل الى القرارات الصحيحة عندما يفكر أيضا فى هذا التطور الأعم » •

كارل : « واذن فان هذا يعنى أنه على الفرد الاهتمام بالاشتراك فى الحياة العامة وعليه العناية بالوصول الى تأثير على الادارة الحكومية اذا

أراد التفكير فيما هو صحيح ، بل وأيضا العمل على تنفيذه • ان هذا لا يعد منطقيا فحسب بل ويتلاءم أيضا مع التطور العام الذى حاولنا تصـــوره قبل ذلك • فبالقدر الذى يصـــبح به التقـــدم العلمى والتكنولوجى مهما بالنسبة للمجتمع ، يمكن توسيع تأثير العاملين فى هذا التقدم على الحياة العامة • وبالطبع فاننا لا نستطيع افتراض أن الفيزيائيين والتكنولوجيين يستطيعون اتخاذ القرارات السياسية الهامة بطريقة افضل من السياسيين • ولكنهم من خلال أعمالهم العلمية تعلموا بطريقة أحسن التفكير الموضوعى الواقعى بل واهـم من ذلك ، التفكير الشمولى • واذن لعلهم يستطيعون اضافة عنصر بناء من الدقة المنطقية ومن سعة الأفق ومن الأمانة الواقعيـــة الى أعمال السياسيين •

اذا فكرنا هكذا ، فانه يتحتم علينا القاء اللوم على الفيزيائيين الذرين الأمريكيين ، لأنهم لم يسعوا بكفاية للحصول على تأثير سياسى وانهم قد تركوا مبكرا من أيديهم قرار استعمال القنبلة الذرية • وذلك لأننى لا أشك فى أنهم قد فهموا منذ البدء العواقب السلبية لعملية اسقاط القنبلة الذرية هذه » •

هيزنبرج : « اننى لا أعرف ، اذا ما كان مسموحا لنا قطعيا التفوه بكلمة « لوم » فى هذا الصدد • ربما كنا فى هذا الموضوع أكثر حظا من أصدقائنا على الجانب الآخر من المحيط » •

انتهت فترة الأسرة فى يناير عام ١٩٤٦ وعدنا بعدها فورا الى ألمانيا لنبدأ عملية البناء التى كنا قد وجهنا اليها أفكارنا منذ سنة ١٩٣٣ • ولم تكن البداية سهلة للأسف فقد تركزت الصعوبات أولا حول مصير مجموعتى الصغيرة فى معهدى العلمى •

لم يكن من الممكن اعادة انشـــاء جمعية فيلهلم فى شكلها القديم لسببين أولهما أن المستقبل الســـياسى لبرلين كان مشكوكا فيه للغاية وثانيا لأن الاسم ، الذى يعيد الى الذاكرة القيصر كرمز قومى ، كان قد رفض من قبل القوات المحتلة • لقد أشارت القوات الانجليزية الى امكانية البدء فى اعادة تأثيث معاهد علمية فى مبنى أبحاث الديناميكا الهوائية بجوتنجين ، ومن ثم فقد رحلنا الى هناك حيث تعرفت على نيلز بوهر قبل عشرين ســـنة ودرست تحت اشراف بورن وكورانت حتى ماكس بلانك ، الذى كان قد بلغ من العمر تسعين سنة (جىء به ـ بعد انقاذه فى نهاية الحرب ـ الى جوتنجين وسعى معنا لخلق جمعية أبحاث تستطيع مواصلة واجبات جمعية القيصر فيلهلم السابقة بمعاهدها القديمة

والجديدة • وكان من حسن حظى أننى استطعت استئجار بيت لأسرتى مجاور مباشرة لشقة بلانك بحيث أمكننا - من خلال سور حديقتنا - الحديث سويا من وقت لآخر • كما قمت بدعوة بلانك الينا للاستمتاع بالموسيقى الهادئة •

فى هـذه السنوات تحتم على بالطبع بذل كثير من الجهـد والقوة لاشباع متطلبات الحياة الأساسية ولتوفير المعدات اللازمة فى المعهد • ولكنه كان وقتا سـعيدا • فلم يعد يمكن القول - كما كان الحال فى السنوات الاثنا عشر السابقة - بأن هذا أو ذاك يعتبر ممكنا ، ولكن انه أصبح ممكنا بالفعل • واستطعنا الاحسـاس فى كل شـهر تقريبا بالتحسينات فى الأعمال العلمية وفى الحيـاة الخاصة التى استطعنا انجازها عن طريق العمل المشترك المشبع بالثقة والأمل •

لقد أدت الرعاية المستمرة التى أولاها لنا ممثلو القوات المحتلة الى تسهيل أعمالنا ليس فقط من الناحية المادية بل أعطتنا امكانية أن نشعر مرة أخرى بأننا جزء من مجموعة انسانية أكبر تسعى الى بناء عالم جديد ينظر الى المستقبل باتزان ولا يحزن على الماضى المحطم •

تجلى الانتقال من التركيبات الفكرية للماضى الى المستقبل الملىء بالأمل فى محاورتين يجب على الاشارة هنا باختصار الى مضمون كل منهما • الاولى دارت فى المقابلة الأولى التى جمعتنى مرة أخرى بعد الحرب مع نيلز فى كوبنهاجن ، لقد كان الباعث الى ذلك سخيفا بعض الشىء ويجب أن يذكر هنا فقط وذلك لوصف جو الحياة فى جوتنجين أثناء صيف سنة ١٩٤٧ • لقد حصلت المخابرات الانجليزية - من جهة غير معروفة لنا - على اشارة تفيد بأن هناك مؤامرة مدبرة على أوتوهان وعلى بواسطة المخابرات الروسية • وسـوف يتم خطفنا بالقوة الى منطقة الاحتلال الروسـية خلف الخطوط التى تبعـد عـددا قليلا من الكيلومترات عن جوتنجين • وعندما توفرت لدى الموظفين الانجليز المعلومات التى تخمن أن العملاء الغرباء قد وصلوا الى المدينة بالفعل ، تم نقلنا بسرعة أولا الى « هيرفورد » (Hérford) بالقرب من مركز ادارة منطقة الاحتـلال الانجليزية •

ثم عرفنا هناك أننا يجب علينا استغلال أيام الانتظار فى زيارة نيلز بوهر فى كوبنهاجن • لقد أراد « رونالد فرازر » (Ronald Fraser) - الضابط الانجليزى الذى قدم لنا رعاية طبية فى جوتنجين - أن يتحدث مع بوهر ومعى مرة أخـرى حول زيارتى لكوبنهاجن فى أكتـوبر سنة ١٩٤١ •

حملتنا الطائرة العسكرية من « بوكيبورج » (Buckeburg)
الى كوبنهاجن ومن المطار سافرنا بالعربة الى المنزل الريفى لبوهر فى تيزفيلدى (Tisvilde) . هناك جلسنا مرة أخرى امام المدفأة التى تفلسفنا عندها مرات كثيرة حول نظرية الكم ، ثم رحلنا فوق نفس الطرق الرملية الضيقة التى سرت فوقها قبل عشرين سنة مع أطفال بوهر ذهابا وايابا من أجل السباحة . ولكن عندما حاولنا تذكر حديثنا فى خريف سنة ١٩٤١ لاحظنا أن الذاكرة قد اضمحلت بعض الشىء . لقد كنت متأكدا أننا قد تناولنا الموضوع الحرج خلال مسيراتنا الليلية على « البيلالى » (Pilealle) بينما نيلز اعتقد أنه متأكد من أن ذلك قد تم فى حجرة عمله فى كارلسبرج . لقد استطاع نيلز أن يتذكر بدقة الفزع الذى أثارته كلماتى الحذرة ولكنه لم يعد يعرف أننى قد تحدثت أيضا عن التكاليف التكنولوجية الباهظة وعن السؤال عما يجب على الفيزيائيين عمله فى هذا الموقف . وبعد فترة من الوقت كان لدينا الشعور أنه من المستحسن عدم العودة الى الماضى .

لقد كان مرة أخرى ـ تماما كما حدث فى ذلك الماضى البعيد فوق جبل الآلم البافارى ـ تقدم الفيزياء هو الذى قاد أفكارنا من الماضى الى المستقبل . لقد حصل نيلز من « باويل » (١) (Powell) فى انجلترا على صورة فوتوغرافية لاثار مسارات لجسيمات أولية ، اعتبرها نوعا غريبا غير معروف بعد . دار حديثنا بعد ذلك حول اكتشاف ما يسمى « بميزونات ـ باى » (Pi-Mesonen) التى لعبت منذ ذلك الحين دورا هاما فى فيزياء الجسيمات الأولية ، ثم تناولنا العلاقات التى قد توجد بين هذه الجسيمات والقوى فى داخل النويات ، وطرحنا احتمالية وجود أنواع كثيرة من هذه الجسيمات التى لم نتمكن من مشاهدتها من قبل نظرا لفترات عمرها القصيرة للغاية . واذن فقد رأينا أمامنا مجالا آخر للبحث الشيق نستطيع العمل فيه لعدد من السنين القادمة بعزيمة جديدة بالاشتراك مع جيل جديد من الباحثين .

عندما عدت الى جوتنجين عرفت من اليزابيث أنه قد تمت فعلا محاولة لما يشبه بالاعتداء على . لقد تم القبض ليلا على عاملين فى ميناء « هامبورج » (Hamburg) أمام بيتنا وقد اعترفا أنه قد عرضت عليهما كميات كبيرة من المال اذا تمكنا من احضارى الى عربة تنتظر على مقربة من بيتنا . لقد بدا لى أن هذا العمل المقامر أعد بطريقة سيئة لكى يكون جديرا بالتصديق ، وقد استطاع الضابط الانجليزى بعد ستة

(١) Cecil Frank Powell فيزيائى انجليزى (١٩٠٣/١٢/٥ ـ ١٩٦٩/٨/١١) .

أشهر من الوصول الى حل لهذا اللغز • لقد أراد أحد الفاشلين ، الذين لم يتمكنوا من الحصول على وظيفة نظرا لعلاقتهم بالاشتراكيين القوميين ، تلفيق هذا الحادث لكي يحصـل على وظيفة لدى المخابرات الانجليزية • وكانت خطته تتلخص فى تجنيد عاملى الميناء وأخبار المخابرات الانجليزية بالاعتداء المزعوم • لقد نجحت خطته فى البداية ، ولكن مثل هذا النجاح لايدوم • وأصبحت هذه المؤامرة المضحكة موضع قفشاتنا فيما بعد •

المحاورة الثانية التى أوضحت أهمية الانتقال من الماضى الى المستقبل اختصت باعادة بناء أكبر مراكز الأبحاث فى الجمهورية الاتحادية الوليدة • فبعد موت بلانك تحمل أوتوهان جزءا حاسما من الجهود الرامية الى نقل واجبات جمعية القيصر فيلهلم القديمة الى الجمعية الحديثة التى أسست تحت اسم جمعية ماكس ــ بلانك فى جوتنجين وصـــار أوتوهان أول رئيس لها • بالنســـبة لى شخصـيا فقد سـعيت مع راين (Reiu) الفسيولوجى فى جامعة جوتنجين لتأسيس هيئة استشارية للأبحاث تعنى بالصلة المباشرة بين الادارة الاتحادية للجمهـورية وبين جهـات البحث العلمى • لقد كان من السهل التعرف على أن التكنولوجيا الناجمة من التقدم العلمى سوف تلعب دورا أساسـيا وهاما ليس فقط فى البنـاء المادى للمدن والمصانع ولكن أيضا فى كل التركيب الاجتماعى لبلدنـا ولأوربا كلها • وفقا لروح المحاورة التى قمت بها أثناء الغارة الجوية فى برلين مع بوتيناند ، لم يكن مهما بالنسبة لى هنا من الناحية الأوليـة الحصول على رعاية واسعة للأبحاث العلمية من الرأى العام ، ولكن كان ادخال التفكير العلمى فى أعمال الحكومة من الأهداف الهامة أيضا • لقد اعتقدت أنه من الضرورى توعية المسئولين فى جهاز الدولة بأنه ليس من المهم فقط اقامة توازن دائم بين المصالح المتعارضة ولكن أيضا أنه توجد أحيانا مواقف تنبعث من الواقع وتستند على تركيب العالم الحديث وأن الحياد المبنى على العاطفة هنا يؤدى الى الكوارث المحققة •

لقد أردت اذن اعطاء حق التدخل للعلم فى الشئون العامة ووجدت عند « أديناور »(١) (Adenauer) ــ الذى كنت أتشـاور معه فى هذا الشأن ــ الرعاية لهذا المشروع • ولكن فى نفس الوقت كانت هنـاك جهود لاحيـاء جمعية رعاية العلم الألمانى التى أسسها « شميد ــ أوت » (Schmidt-Ott) فى العشرينات والتى أدت خدمات جليلة بعد الحرب العالمية الأولى للعلم الألمانى • بيد أن الجهود التى بذلت أساسا بواسطة

---

(١) Konrad Adenauer أول مستشار المانى بعد الحرب (١٨٧٦/١/٥ ــ ١٩٦٧/٤/١٩).

أساتذة الجامعات وادارات المقاطعـات ، آثارت قلقى وذلك لوجود عنصر اصلاح قوى وراءها • لقد بدا لى أن فكرة السعى الى رعاية قوية للعلم من الجهات السياسية وفى نفس الوقت الفصل الواضح بينهما ، فكرة غير ملائمة للعصر الحديث •

أثناء المباحثات التى انبثقت بناء على هذه المشكلة ، أتيحت لى فرصة الحديث مع الحقوقى « رايزر » (Raiser) ـ الذى أصبح بعد ذلك لسنوات طويلة رئيسا لهيئة الاستشارة العلمية • لقد أوضحت لرايزر مخاوفى أن جمعية رعاية العلم ستساعد التفكير الذى يعزل نفسـه فى برج عاجى ضد العالم الواقعى الصعب ونسـج أحلام من الوهم • ولكن رايزر أجاب « ولكن كلانا لا يأمل بالقطع تغيير الصفات الشعبية الألمانية »•

لقد شعرت بوضوح أنه محق فى هذا ، وأنه ليست النية الحسنة للأفراد ، ولكن الاجبار الصعب للعلاقات الخارجية ، هو الذى يستطيع أن يؤدى الى التغيرات اللازمة فى التركيب الفكرى لاناس كثيرين • وفى الواقع فان كل خططنا ـ بالرغم من رعاية اديناور لها ـ كان مصـيرها الفشل فلم أتمكن من اقناع أساتذة الجامعات بالضروريات الجديدة ، ونتج عن ذلك هيئة أبحاث واصلت التقاليد القديمة لجمعية رعاية العلم فى مبادئها الرئيسية • وبعد مضى عشر سنوات أدت الضروريات الخارجية الى انشاء وزارة للبحث العلمى أمكن فيهـــا ـ عن طريق تأثيث لجـان استشارية مختلفة ـ تحقيق جزء من خططنا •

استطاعت هيئة ـ ماكس ـ بلانك الوليدة بسهولة ملاءمة ضروريات العالم المعاصر • ولكن بالنسبة للجامعات كان يتحتم علينـا التسـليم بأن عملية التجديد الضرورية ربما تكتمل فى المستقبل بعد صراعات صعبة ومناظرات حادة •

١٧ ـ مبدأ الايجابية ـ ماوراء الطبيعة ـ الدين

(١٩٥٢)

أدت اعادة بنـاء العلاقات الدوليـة فى العلم الى تجمع الأصدقا القدامى فى الفيزياء الذرية مرة أخرى فى كوبنهاجن • ففى بداية صيف سنة ١٩٥٢ عقد مؤتمر هناك يدور حول بناء معجل (Beschleuniger) أوربى كبير • لقد كنت مهتما لأقصى درجـة بخطط هذا المشروع وذلك لأننى سأستطيع من مثل هذا المعجل الكبير الحصول على دلالات تجريبية حول قضية ما اذا كانت التصادمات ذات الطاقة العالية بين جسيمين أوليين ستؤدى الى انتاج أعداد كبيرة من مثل هذه الجسيمات ، كما فرضت أنا قبل ذلك • وأيضا كنت أريد معرفة ما اذا كانت هناك أنواع كثيرة من الجسيمات الأولية التى تؤدى صفاتها التماثلية ـ تماما مثل المستويات الثابتة لذرة أو جزىء ما ـ الى اختلاف كتلتها وفترة عمرها • بالرغم من أن موضوع المؤتمر كان مهما للغاية فاننى لن أتحدث هنـا عن مضمونه ولكن عن محاورة قمت بها مع نيلز وفولفجانج الذى حضر من زيوريخ الى المؤتمر • لقد جلسنا ثلاثتنا فى الحديقة الشتوية الصغيرة الملحقة ببيت الشرف لبوهر وتحدثنا حول الموضوع القديم ، ما اذا كانت نظرية الكم قد فهمت كلية وما اذا كان التفسير الذى أعطيناه لها قبل خمس وعشرين سنة قد اعترف به كحصـيلة فكرية للفيزياء افتتح نيلز الحديث قائلا •

بوهر : « منذ مدة عقد هنا فى كوبنهاجن مؤتمر للفلاسفة الذى جاء اليه على وجه الخصوص المعتنقون بمبدأ الايجابية • ولعب ممثلو مدرسة فينا أثناء ذلك دورا هاما • وحاولت من جانبى الحديث أمام هؤلاء الفلاسفة حول تفسير نظرية الكم • لم تكن هناك بعد محاضرتى أى معارضة أو أسئلة صعبة ، ولكننى أعترف أن هذا فى حد ذاته كان بالنسبة لى مزعجا للغاية ، وذلك لأنه اذا لم يكن الانسان ممتعضا من نظرية الكم ، فانه من المستحيل أن يكون قد فهمها • وربما أننى قد حاضرت بطريقة سيئة بحيث ان أحدا لم يلاحظ مادار حوله الحديث » •

فولفجانج : « ان ذلك لايرجع حتميا الى طريقتك السيئة ، بل انه يرجع أنه على الانسان أن يتقبل الحقائق دون النظر فيها • وبقدر ما أعرف الى التسليم العقائدى Glaubensbekenntnis لدى الايجابيين وهو أنه فى كتاب « فيتجينشتاين »(١) (Wittgenstein) توجد الجمل:
« ان العالم هوكل ما هو كذلك(Die Welt is alles, Was der Fall ist)
« ان العالم هو كلية الحقائق ، وليس الأشياء
(Die Welt ist die Gesamtheit der Tatsachen, und nicht der Dinge)

وعندما يعتقد الانسان فى هذا ، فانه سيتقبل بدون تردد أى نظرية تمثل هذه الحقائق • لقد تعلم الايجابيون أن ميكانيكا الكم تصف بطريقة صحيحة الظواهر التكرارية الذرية ، واذن فانه لا يوجد لديهم سبب لمكافحتها • ان ما نضيفه نحن الى هذا بالقول ، مثل مبدأ التكميلية وتداخل الاحتمالات وعلاقات اللاتحديدية والتقاطع بين ما هو ذاتى وما هو موضوعى ••• الخ يعتبر بالنسبة للايجابيين عملا جانبيا شعريا غامضا مثل السقوط فى التفكير الجاهلى (٢) أو مثل الثرثرة ، ولا يتطلب على كل حال أن يؤخذ جديا فى الاعتبار وهو على أحسن الظروف ليس مضرا • وبما يعتبر مثل هذا الرأى كاملا من الناحية المنطقية • غير أننى لم أعد أعرف ما هو المقصود اذن بفهم الطبيعة » •

هيزنبرج : « ان الايجابيين سيقولون اذن ، ان الفهم يساوى « امكانية التنبؤ الحسابى » (Vorausrechnen Konnen) • فاذا استطعنا التنبؤ حسابيا بأحداث خاصة جدا ، فاننا نكون قد فهمنا جزءا صغيرا ،

---

(١) Ludwig Josef Johann Witlyen Stein فيلسوف نمساوى ١٨٨٩/٤/٢٦ – ١٩٥١/٤/٢٩)

(٢) الجاهلية هنا هى فترة ما قبل العلوم التجريبية الحديثة •

واذا استطعنا التنبؤ حسابيا بأحداث كثيرة مختلفة ، فاننا نكون قد فهمنا مجالات أوسـع • انه يوجد مقياس مستمر بين فهم ــ القليل ــ جدا وبين فهم ــ كل شيء ــ تقريبا ، ولكن لايوجد اختلاف جوهرى بين امكانية التنبؤ الحسابى والفهم » •

فولفجانج : « هل تعتبر أن مثل هذا الاختلاف موجود ؟ » •

هيزنبرج : « نعم ، انني مقتنع بهذا ، وانني لأذكر أننا قد تحدثنا حول ذلك قبل ثلاثين سنة من الآن أثناء رحلة بالدراجات بجوار بحيرة الفالشين ، وربما أستطيع توضيح ما أقصده عن طريق المقارنة • اذا رأينا طائرة فى السماء فاننـا نستطيع بدرجـة طيبة التنبؤ حسابيا بمكانها بعد ثانية واحدة ، اننا سنواصل المسار ببسـاطة فى خط مستقيم أو ــ اذا عرفنا أن الطائرة تسير فى خط منحن ــ سنستطيع حساب الانحناء • وبهذا سنستطيع احراز نجاح فى معظم الحالات • ولكننا بالطبع لم نفهم بعد مسار الطائرة • وفقط بعد أن نتحدث مع قائد الطائرة ونحصـل منه على ايضاح حول الرحلة التى يعزم القيام بها ، فاننا نكون قد فهمنا المسار فعلا » •

بوهر : « ربما يكون من الصعب نقل مثل هذه الصورة الى الفيزياء ، اننى أشعر أننى أستطيع الاتفاق مع الايجابيين حول ما يريدونه ولكن ليس من السهل على الاتفاق حول مالا يريدونه • هل تسمحون لى بتوضيح ذلك أكثر ؟ ان كل هذا الموقف ، الذى تعرفه جيدا خصوصا من انجلترا وأمريكا والذى قام الايجابيون بوضعه على شكل نظام ــ يرجع الى الصفات المميزة للعلوم الطبيعية التى بدأت فى العصر الحديث • فحتى ذلك الحين لم يكن الانسان يهتم سوى بالعلاقات الكبرى للكون وبعرضها فى اطار المراجع القديمة ، خصوصا كتابات أرسطو ومبادىء الكنيسة ، ولكنه لم يعن بالتفاصـيل الدقيقـة للتجربة • وقد كانت عاقبة ذلك أن انتشرت الخرافات التى تضلل صورة التفاصيل الدقيقة وأنه لم يكن من الممكن فهم القضايا الكبرى أيضا وذلك لأن المراجع القديمة لم تعد تستطع اضافة عناصر معرفة جديدة • وقد قرر الانسان فى القرن السادس عشر فقط أن يحل نفسه من المراجع القديمة ويتوجه الى التجريب مباشرة أى الى البحث العلمى التجريبى للتفاصيل الدقيقة • وانه ليقال ان الباحثين فى بدايات الجمعيات العلمية ، مثل الجمعية الملكية فى لندن ، كانوا مشغولين بمكافحـة الخرافات وتفنيـد المزاعم الموجـودة فى كتب السحر من خلال التجارب العملية وبهذا فقد زعم البعض مثلا أن

حشرة الخنفساء التى يمكن احضارها فى منتصف الليل باستخدام تعويذات معينة داخل دائرة طباشيريه ، سوف لا تترك هذه الدائرة • واذن فقد رسم الباحث دائرة طباشيرية فوق منضدة ثم وضع الخنفس فى وسطها مع المراعاة التامة للتعويذة المطلوبة ولاحظ بعد ذلك كيف أن الخنفس قد سار باختيال خلال الدائرة الطباشيرية • كذلك فقد تحتم على الأعضاء فى بعض الأكاديميات الالتزام بعدم الحديث حول العلاقة الكبرى والاكتفاء فقط باعطاء الحقائق المفردة • لقد كانت التأملات النظرية حول الطبيعة مقدمة فقط بالنسبة لمجموعة فردية من الظواهر وليس بالنسبة لعلاقة الكل (Zusammenhang des Genzen)• لقد أدركت المعادلات الرياضية بطريقة أفضل من الارشادات التجارية ـ كما هو الحال اليوم فى كتب الجيب للمهندسين حيث توجد علاقات مفيدة لقابلية انحناء القضبان • أيضا فان المثل المعروف عن نيوتن أنه كان يعتبر نفسه طفلا جالسا أمام البحر يلعب ويمرح ويفرح عندما يجد من وقت لآخر حجرا أملس أو صدفة محار جميلة بينما المحيط الكبير من الحقيقة يقبع غامضا أمام عينيه ، أيضا فان هذا المثل يعبر عن الصفات المميزة للعلوم الطبيعية فى العصر الحديث • بالطبع فان نيوتن قد أنجز فى الواقع الكثير ، لقد استطاع أن يعبر رياضيا عن المطابقات القانونية الأساسية اللازمة لعدد كبير جدا من الظواهر الطبيعية • ولكننا لسنا بصدد الحديث عن هذا الآن • أثناء هذا الصراع ضد المراجع والخرافات القديمة فى مجال العلوم الطبيعية صوب الانسان بالطبع أيضا خارج الهدف •

فقد كانت هناك روايات قديمة تؤكد أنه من وقت لآخر قد سقطت أحجار من السماء وقد حافظت الكنائس على هذه الأحجار كذخائر مقدسة • لقد اعتبرت هذه الروايات فى القرن الثامن عشر خرافات بالية وأمرت الكنائس بقذف هذه الأحجار عديمة القيمة بعيدا عن مقتنياتها • بل ان الأكاديمية الفرنسية أصدرت حكما بعدم تصديق الروايات التى تتحدث عن الأحجار التى تسقط من السماء • ولم تصرفها عن هذا الحكم ملاحظة أن الحديد قد عرف فى بعض اللغات القديمة على أنه المادة التى تسقط من السماء أحيانا •

وعندما وقعت كارثة سقوط الشهب بالقرب من باريس

حيث سقطت آلاف من الأحجار الشهابية ، عندئذ فقط توقفت الأكاديمية الفرنسية عن مقاومتها •

لقد أردت فقط أن أروى هذا لتوصيف الموقف الروحي للعلوم الطبيعية التى بدأت فى العصر الحديث ، واننا جميعا نعرف أى فيض من التجارب الجديدة والخطوات التقدمية العلمية أدى اليها هذا الموقف •

ان الايجابيين يحاولون تعليل سير العلوم الطبيعية فى العصر الحديث عن طريق نظام فلسفي بل انهم يحاولون تبريره على نحو من الانحاء • انهم يشيرون الى أن المصطلحات التى استخدمت فى الفلسفة القديمة ليس لها نفس درجة الدقة مثل مصطلحات العلوم الطبيعية وبالتالى فانهم يقولون ان القضايا التى تثار هناك تعتبر فى أغلب الأحيان عديمة المغزى وأنها تدور حول مشاكل ظهرية لايجب أن ينشغل الانسان بها •

بالطبع فاننى أوافق على المطالبة بتوفير أقصى درجة من الوضوح فى كل المصطلحات ولكن تحريم التفكير فى القضايا العامة لعدم توافر المصطلحات الواضحة يعتبر غير مقنع ، وذلك لأنه فى وجود هذا التحريم سوف لايستطيع أحد فهم نظرية الكم أيضا » •

فولفجانج : « عندما تقول ان أحدا سوف لا يستطيع فهم نظرية الكم فانك تعنى أن الفيزياء لا تتكون فقط من التجريب العملى والقياس على جانب ومن جهاز المعادلات الرياضية على الجانب الآخر ، ولكن يتحتم أن تنشأ فى المكان بين الجانبين فلسفة حقيقية ؟ وهذا يعنى أننا يجب أن نحاول هناك ــ باستخدام اللغة العادية ــ توضيح ما يحدث فعلا فى هذه اللعبة بين الفيزياء والرياضيات • اننى أخمن أيضا أن كل الصعوبات فى فهم نظرية الكم ستظهر فى هذا الموقع الذى لا يتحدث عنه الايجابيون وذلك لأننا لا نستطيع هنا استخدام مصطلحات كافية التحديد • انه ينبغى على الفيزيائى العملى أن يتمكن من الحديث حول محاولاته التجريبية وبالتالى فانه عندئذ يستخدم مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية التى نعرف قصورها بالنسبة للطبيعة • وهذه هى المعضلة الأساسية التى لا يجب علينا تجاهلها » •

هيزنبرج : « ان الايجابيين حساسون للغاية ضد كل الأسئلة التى تحمل ــ كما يقولون ــ صفة الجاهلية • اننى أذكر كتابا

« لفيليب فرانك » (Philipp Frank) حول قانون العلة ، يقوم فيه بالتنا بعض التساؤلات أو التعبيرات عن طريق اللوم بأنها بقايا من ما وراء الطبيعة ترجع الى عصـــور الجاهليـــة أو « الفكر الروحـانى » (١) وهكذا فان المصطلحات البيولوجيـــة مثـل « الكلية » (٢) (Ganzheit) أو القدرة على « النمو الموجه » (Entelechie) ترفض على أساس أنها من مصطلحات الجاهلية ، كما تجرى هناك محاولة اثبات أن المقولات التى تستخدم فيها عادة هذه المصطلحات لا تناظر مضامين يمكن اختبارها • ان كلمة ما وراء الطبيعة تعتبر فى الكتاب المشار اليه كلمة نابية تنم عن طرق فكرية غير واضحة يجب الغاؤها تماما » •

بوهر : « اننى بالطبع لا أتفق مع هذا الحصر للغة ، وانك تعرف قصيدة شيلر « لغة الشك (Sprache des Konfuzius) التى يعجبنى فيهـا المقطع القائل « ان الفيض فقط يؤدى الى الوضوح وفى الهـاوية تكمن الحقيقة » (٣) ان الفيض هنا فى حالتنا لا يعبر فقط عن وفرة التجارب ولكن أيضا وفرة المصطلحات ، أو الطرق المختلفة للحديث حول مشاكلنا وحول الظواهر التكرارية •

ان التغير فى التركيب الفـكرى ــ الذى يعتبر أساسا لفهم نظرية الكم ــ يمكن أن يحدث فقط من خلال الحديث حول الروابط الغريبة بين قوانين النظرية وبين الظواهر التكرارية التى يمـكن مشاهدتها دائمـا وذلك عن طريق اسـتخدام مصطلحات مختلفة والقاء الضوء عليهـا من كل النواحي والتوعيـــة بمتناقضاتهـا الداخلية الظاهرية • انه مثلا ليقال باستمرار ان نظرية الكم غير كاملة لاتسمح فقط بوصف ازدواجي للطبيعة من خلال المصطلحين التكميليين « موجة » ، « وجسيم » • وبالطبع فان من فهم فعلا نظرية الكم لن يفكر بعد ذلك فى الحديث حول الازدواجية • انه سيتقبل النظرية كوصف موحد للظواهر التكرارية الذرية الذى يبدو مختلفا هناك فقط حيث يستخدم فى ترجمة التجارب العملية الى اللغة العادية • واذن فان نظرية الكم تعتبر مثلا رائعا على أن

---

(١) Epochedes animistischen Den Kens الفترة التى كانت تعتقد فيها الشعوب البدائية أن كل شىء له روح حتى الطبيعة ذاتها •

(٢) الشىء الذى لا يحدد عن طريق مكوناته الاولية ولكن عن طريق العلاقات الواصلة بين هذه المكونات • •

(٣) Nurdie Fules fuhrt zur Klarheit und im Abgrund Wohrst die Wahrheit.

الانسان يستطيع أن يفهم بكل وضوح قضية معينة وفى نفس الوقت يعرف أنه يستطيع فقط الحديث عنهـا باستخدام الصور والتشبيهات ٠

ان الصـور والتشبيهات هنـا هى أسـاسا المصطلحات الكلاسيكية ، واذن أيضـا « موجـة » و « جسيم » ، اللذان لا يتلاءمان تمـاما مع العالم الحقيقى ، واللذان يرتبطان أحيـانا بعلاقة تكميلية ومن ثم فهما متضادان ٠ وبالرغم من هذا فاننـا نستطيع فقط باستخدام هذه الصور القرب من القضية الحقيقية ، وذلك لانه يتحتم علينا أثناء وصف الظواهر التكرارية البقاء فى حيز اللغة العادية ٠ وربما يكون ذلك هو الحال أيضا فى القضايا الفلسفية العامة خصوصا « ما وراء الطبيعة » ٠ اننا مجبرون على الحديث بالصور والتشبيهات التى لا تناظر تمـاما ما تعنيـه ، وفى هذا الصدد فاننـا لانستطيع من وقت لآخـر التغاضى عن المتناقضات ، ولكننا نستطيع بهذه الصـور الاقتراب من القضية الحقيقية على نحو ما ٠

انه لا يجب علينا أن ننكر القضية نفسها « ففى الهاوية تكمن الحقيقة » ، وهذا سيظل صحيحا تماما مثل الجزء الأول من مقطع البيت الشعرى ٠

لقد تحدثت قبل ذلك عن فيليب فرانك وكتابه حول العلة ٠ لقد كان فيليب فرانك من المشتركين فى مؤتمر الفلاسـفة فى كوبنهاجن وقد ألقى محاضرة عبر فيها عن قضايا ما وراء الطبيعة ـ كما ذكرت أنت ـ على أنها كلمة نابية فقط أو على الأقل كمثـل لطريقة التفكير الغير علمية ٠ بعد انتهاء المحاضرة تحتم على اتخاذ موقف ازاءها وقد قلت تقريبا ما يلى :

أولا اننى لا أرى لماذا نسمح باضافة المقطع ما وراء فقط الى مصطلحات مثـل المنطق والرياضـيات ـ لقد تحدث فرانك عن ما وراء المنطق (Metalogik) وما وراء الرياضيات (Meta Mathematic) ولكن ليس الى الفيزياء ٠ اننا يجب أن نوضح فقط المراد بالمقطع « ما وراء » ٠ ان المقصود هنا هو : القضايا التى تأتى بعد ذلك ، واذن القضـايا بعد القواعد الأساسـية للجمال المناظـر ٠ ولماذا اذن لايجب علينا البحث عما يأتى بعد الفيزياء ؟ اننى أريد أن أبدأ بنقطة انطلاق مختلفة تماما ، وذلك لتوضـيح موقفى الخاص ازاء هذه المشـكلة ٠ اننى أريد أن أسأل : « من هـو

الاخصائی ؟ » . كثيرون منا سيرددون الاجابة ان الاخصائی هو انســان يعرف الكثير عن المجال المناظر . غير اننى لا أستطيع التسليم بهذا التعريف ، وذلك لأن الانسان لا يستطيع بالفعل أن يعرف الكثير حول مجال معين . ومن ثم فاننى أفضــل التعبير : الاخصائی ، هو الانسان الذى يعرف بعض الأخطاء الكبيرة التى يمكن أن نفعلها فى التخصص المناظر وهو لذلك يعــرف كيفية تحاشى هذه الأخطاء . بهذا المغزى فاننى أستطيع القول أن فيليب فرانك اخصائی فی ما وراء الطبيعة ، وذلك لأنه من المؤكد يعرف كيفية تحاشى الأخطاء الكبيرة فى مجال ما وراء الطبيعة . اننى لست متأكدا ما اذا كان فرانك سعيدا بهذا الاطراء ، ولكننى لم أتهكم هنا بل أعنى ما أقوله بكل صــدق . ان ما يهمنا فى هذه المناقشة هو أنه لايجب علينا ببساطة محاولة التغاضى عن الحديث حول الهاوية ، التى تكمن فيها الحقيقة ، انه لايجب علينــا فى أى موضع ، أخذ الأمور بهذه البساطة » .

فى مســاء نفس اليــوم استطردنا ــ فولفجانج وأنا ــ الحديث مرة أخرى ، لقد كنا نعيش أيــام الليــالى المضيئة حيث الجو الدافىء والشمس يمتد مغيبها حتى منتصـــف الليــل . وها هى ترحل تحت الأفق وتكسو المدينة كوبنهاجن بالضــوء الأزرق الباهت الذى خالطته حمرة رائعة . ومن ثم فقد قررنا الســـير على الخط الطويل الموازى لرصيف الميناء حيث يتم شحن وتفريغ السفن . بيد أن هذا الخط فى الجنوب عند الصخرة التى جلس فوقها التمثال البرونزى تعبيرا عن العــذراء ماريا الصــغيرة فى أســطورة « أنديرسن » (١) (Andersen) وفى الشمال ينتهى الخط بمصد الميناء الذى علت البرج فوقه فنــارة لتوجيه السفن الى مدخل الميناء .

وقفنا على حافة البحر نراقب السفن الآتية والراحلة ثم بدأ فولفجانج حديثنا بالسؤال التالى :

فولفجانج : « هل راقك ما قاله نيلز اليوم حول الايجابية ؟ لقد شعرت أنك أكثر نقدا لهم من نيلز أو على الأدق انك تتبنى مفهوما مختلفا للحقيقة بالمقارنة بفلاسفة هــذا الاتجــاه واننى لا أعرف ما اذا كان نيلز مستعدا لاستيعاب مفهومك هذا » .

هيزنبرج : « بالطبع فاننى لا أعرف ذلك أيضا . لقد نشأ نيلز فى وقت

---

(١) Hans Christian Andersen. شاعر دانيمركى (١٨٠٥/٤/٢ ــ ١٨٧٥/٨/٤) .

كان يتطلب مجهودات كبيرة من أجل التحرر من التفكير التقليدى للعالم المتحضر فى القرن التاسع عشر وعلى وجه الخصوص من طرق التفكير الملازمة للفلسفة المسيحية • ولأنه استطاع انجاز هده المجهودات فانه يتحاشى دائما استعمال لغة الفلسفة القديمة أو علم الأديان بدون تحفظ • بالنسبة لنا فان الحال مختلف وذلك لأننا بعد حربين عالميتين وثورتين لانحتاج الى جهود أخرى لتحرير أنفسنا من أى تقاليد معينة انه — بالنسبة لى — ليعتبر من السخافة — وكلانا نتفق فى هذا مع نيلز — أن أحرم على نفسى القضايا أو الخطوط الفكرية للفلسفات السابقة بعلة أنه لم يعبر عنها باستخدام لغة دقيقة • وبالرغم من أننى أجد صعوبات أحيانا فى فهم المراد بهذه الخطوط الفكرية ، وأحاول ترجمتها باستخدام تعبيرات عصرية والنظر فيما اذا كنا نستطيع الآن تقديم اجابات جديدة ، فاننى لا أخشى تناول القضايا القديمة مرة أخرى، كما أننى لا أخشى استخدام اللغة التقليدية لواحد من الأديان القديمة • اننا نعرف أنه من المحتم فى الدين استخدام لغة الصور والتشبيهات التى لاتستطيع أبدا التمثيل الدقيق لما هو معنى بالفعل • ولكن فى النهاية فان معظم الديانات القديمة التى تنتمى الى العصر السابق للعلوم الطبيعية الحديثة ، تدور تقريبا حول نفس المضمون ونفس الموضوعات التى يجب أن تمثل من خلال صور وتشبيهات والتى تتعلق بالدرجة الأولى بقضايا القيم • ربما يكون الايجابيون على حق فى أنه من الصعب اليوم اعطاء مغزى لمثل هذه التشبيهات • بيد أن واجبنا سيظل منصبا على فهم هذا المغزى ، وذلك لأنه يعتبر جزءا حاسما من واقعنا ، أو التعبير عنه بلغة جديدة اذا كانت اللغة القديمة عاجزة عن ذلك » •

فولفجانج : « لو أمعنا النظر فى هذه القضايا ، فاننا سنستنتج أنك لست مقتنعا بمفهوم الحقيقة الذى ينطلق من احتمالية التنبؤ الحسابى واذن فما هو مفهومك للحقيقة فى العلوم الطبيعية ؟ لقد أشرت اليه قبل ذلك فى بيت بوهر بالمقارنة بمسار الطائرة • اننى لا أعرف ، ما الذى تعنيه بهذه المقارنة ، وما هو المناظر للطبيعة ؟ أهو نية القائد أم المهمة المكلف بها ؟ »

هيزنبرج : « ان مثل هذه الكلمات « نية (Absicht) » أو « مهمة (Auftrag) » تنبعث من الجانب الانسانى ويمكن فهمها — فى أحسن الظروف — بالنسبة للطبيعة كاستعارات فقط • ولكن ربما نستطيع عن طريق مقارنتنا القديمة بين فلك بطليموس وبين علم

حركة الكواكب منذ نيوتن ، الوصول الى ما تريد ، فلم يكن الفلك البطليموسي سيئا بالمقارنة بالنيوتيني من ناحية مقياس الحقيقة (Wahreitst riterium) للتنبؤ الحسابي • ولكن عندما نقارن اليوم بطليموس ونيوتن ، فاننا نعرف أن نيوتن قد عبر عن مسارات الأجسام السماوية في معادلاته للحركة بطريقة أصح وأعم ، بمعنى أنه وصف « النية » التي أنشئت الطبيعة وفقا لها • ولكي نوضح ذلك بمثل من الفيزياء الحالية : عندما نتعلم أن قوانين المحافظة (Erheltungs gesätze) المختلفه ، مثل المحافظة على الطاقة أو المحافظة على الشحنة ، تحمل صفة كونية ، وأنها سارية المفعول في مجالات الفيزياء وأنها تتكون عن طريق صفات تماثلية في القوانين الأساسية ، فانه يصبح من الممكن القول بأن هذه « التماثليات » (Symmetrien) تعتبر عناصر حاسمة للخطة التي خلقت الطبيعة وفقا لها • ومع ذلك فانني أعرف تماما أن كلمة « خطة (Plan) » وكلمة « خلقت (geschaften) » قد أخذتا من المحيط الانساني ولذلك فانهما — على أحسن الأحوال — يعتبران استعارة • ولكن من الواضح هنا أيضا أن اللغة لا تستطيع تزويدنا بمفاهيم خارجة عن الانسان نستطيع بها الاقتراب أكثر الى « ما هو معنى به » (das Gemeinte) • اذن ماذا يجب على اضافته الى مفهومي للحقيقة النابعة من العلوم الطبيعية ؟ » •

فولفجانج : « نعم ، نعم ، ان الايجابيين يمكنهم هنا بالطبع الاعتراض بأنك تثرثر الآن بطريقة غير واضحة • وأنهم يستطيعون التفاخر بأن مثل هذا الشيء لا يمكن أن يحدث لهم • ولكن ترى أين توجد الحقيقة أكثر ، أفي الغموض أم الوضوح ؟ لقد كرر نيلز مرارا • « في الهاوية تكمن الحقيقة » • ولكن هل ثمة هاوية ، وهل ثمة حقيقة بالفعل ؟ وهل لهذه الهاوية علاقة بقضيتي الحياة والموت ؟ » •

توقف الحديث بعض الوقت لمرور سفينة ركاب كبيرة بالقرب منا ، بدت بأضوائها المختلفة الخافتة تحت أشعة الغروب وكأنها خرافة وليست واقعا بالفعل • لقد حلمت للحيظات قليلة • بأقدار الناس الواقفين خلف نوافذ الكبائن المضيئة ثم حولت في مخيلتي أسئلة فولفجانج الى أسئلة حول السفينة وركابها • ترى ماذا كانت السفينة في الواقع ؟ هل هي كتلة من الحديد لها مركز قيادة وأدوات انتقال كهربائية ولمبات مضيئة ، أو أنها تعبير عن النية الانسانية ؟ أم هي هيكل بني نتيجة العلاقات الانسانية بين البشر ؟ أو أنها نتيجة للقوانين الطبيعية

البيولوجية التى استخدمت كموضوع لقوتها التكوينية هذه المرة ليس فقط « جزئيات الزلال » (Eiweiss molekule) ولكن صلبا وتيارات كهربائية ؟ واذن ، هل تمثل كلمة « النية » فقط الانعكاس لهذه القوى المكونة أو للقوانين الطبيعية فى الوعى الانسانى ؟ وماذا تعنى كلمة « فقط » فى هذا الصدد ؟

ومن هنا اتجه هذا الحديث مع النفس مرة أخرى الى القضايا العامة • هل يعتبر بلا مغزى تماما التفكير فى « وعى (Bewnsstsein) خلف التركيبات المنظمة للكون ككل ، الذى « نيته » هى هذه التركيبات ذاتها .؟ بالطبع فان طرح السؤال هكذا يعتبر اضافة صبغة انسانية له ، وذلك لأن كلمة « وعى » قد تكونت من خلال التجارب الانسانية ، ومن ثم لا يجب استعمال هذا المفهوم خارج النطاق الانسانى • ولكن عندما تتقيد بشدة هكذا ، فان يصبح من غير المسموح أيضا الحديث عن « وعى » حيوان ما • بيد أننا نشعر أن مثل هذا الحديث يتضمن مغزى معينا • اننا نحس أن مغزى كلمة « وعى » يزداد غموضا عندما نحاول استخدامها خارج النطاق الانسانى •

واذن فان هناك حلا بسيطا لدى الايجابيين مقتضاه تقسيم الكون الى هذا الذى يمكن التعبير عنه بوضوح وذلك الذى يتحتم السكوت عليه • ومن ثم فان علينا أن نسكت هنا • ولكن هل توجد فلسفة فى الكون عديمة المغزى كهذه • ذلك أننا لا نستطيع فعلا أن نقول أى شىء تقريبا بوضوح • وعندما نستبعد كل ما هو غامض ، فربما لا يبقى سوى التكرارات (Tautologien) الغير مهمة على الاطلاق •

قطع فولفجانج هذا التسلسل الفكرى بأن عاد مرة أخرى الى الحديث عن القيم •

فولفجانج : « ولقد قلت قبل ذلك ان لغة الصور والتشبيهات التى تستخدمها الديانات القديمة ليست غريبة عنك ، وانك لهذا السبب لا توافق على التقييد الذى يتبناه الايجابيون ، وقد أشرت أيضا الى أن الأديان المختلفة تعنى ، بالرغم من صورها المختلفة تماما ، تقريبا نفس « الموضوع » الذى يرتبط فى نقطة مركزية مع قضية القيم • ما الذى أردت قوله بهذا ؟ وما هى علاقة هذا « الموضوع » بمفهومك للحقيقة ؟

هيزنبرج : « ان قضية القيم تنصب على السؤال عما نقوم به ، وعما نتطلع اليه وكيف يجب علينا أن نتصرف • وهذا السؤال اذن

طرح من انسان وموجه الى انسان ، انه السؤال حول المؤشر الذى يجب أن نتجه وفقا له حينما نبحث عن طريقنا فى الحياة • وهذا المؤشر أخذ فى الديانات المختلفة والرؤى الفكرية المختلفة أسماء مختلفة : الحظ ، المشيئة الالهية ، المغزى . وذلك فقط لنذكر بعضها • ان تباين الأسماء يشير الى اختلافات عميقة فى تركيب الوعى للجماعات الانسانية المختلفة ، التى دعت مؤشرها هكذا • واننى بالطبع لا أريد التقليل من شأن هذه الاختلافات • ولكنى اشعر أنه فى كل من هذه التعبيرات يدور الموضوع حول العلاقة بين الانسان والنظام المركزى للكون • بالطبع فاننا نعرف أن الواقع يعتمد بالنسبة لنا على تركيب وعينا ، وأن المجال الذى يمكن جعله موضوعيا يعتبر فقط جزءا صغيرا من واقعنا • ولكن أيضا هناك حيث نسأل عن المجال الذاتى ، فان النظام المركزى يعتبر مؤثرا وهو يمنعنا من اعتبار موضوعات هذا المجال لعبة للصدفة أو العشوائية • غير أنه قد توجد حيرة كبيرة فى المجال الذاتى ، سواء أكان ذلك للفرد أم للشعوب • فقد تحكم الشياطين وتتلاعب بغيبيتها ، أم – لو أردنا التعبير علميا – قد تصبح نظما جزئية مؤثرة تلك التى لا تتلاءم مع النظام المركزى الذى فصلت عنه • ولكن فى النهاية يتغلب دائما النظام المركزى ، « الواحد Des Eine » – بالتعبير القديم – الذى نرتبط به فى لغة الدين ، وعندما يسأل عن القيم ، فان المطلوب يكون اذن ذكر أنه ينبغى علينا التصرف وفقا لجوهر هذا النظام المركزى وذلك لتحاشى الحيرة التى قد تنشأ من خلال نظم جزئية منفصلة • ان فاعلية « الواحد » تتجلى من خلال أننا ندرك ما هو منظم (das Geordnete) « على أنه خير » وما هو محير (das Verwirrte) و « ما هو همجى (das Chaotische) » على أنه شر •

ان النظرة على مدينة محطمة بفعل القنبلة الذرية تبدو لنا مفزعة ، ولكننا نفرح عندما ننجح فى تحويل الصحراء الى أرض خصبة مزدهرة • اننا نستطيع ادراك النظام المركزى فى العلوم الطبيعية مثلا من خلال قدرتنا فى النهاية على استخدام استعارات مثل « الطبيعة خلقت وفقا لهذه الخطة » • وفى هذا الموضع يرتبط مفهومى للحقيقة بالموضوع المعنى به فى الدين • اننى أعتبر أننا استطعنا التفكير فى كل هذه العلاقات بطريقة أفضل منذ فهمنا نظرية الكم ، وذلك لأننا يمكننا هناك التعبير بلغة

رياضية مجردة عن نظم موحدة حول مجالات شاسعة ، ولكننا نعرف فى نفس الوقت أننا عندما نريد وصف تأثيرات هذه النظم لابد وأن نستخدم التشبيهات وطرق التعبير التكميلية والمتضادات والمتناقضات الظاهرية » .

فولفجانج : « نعم ، ان هذا النموذج الفكرى يعتبر مفهوما تماما ، ولكن ما الذى تعنيه بقولك ان النظام المركزى يتغلب دائما ؟ ان هذا النظام كائن أو ليس كائنا ، ولكن ما هو المقصود « بأنه يتغلب دائما » ؟ » .

هيزنبرج : « اننى أقصد بهذا شيئا بسيطا جدا ، مثلا حقيقة أنه بعد كل شتاء تتفتق الأزهار مرة أخرى فى الحقول ، وبعد كل حرب يعاد بناء المدن من جديد ، وكل ما هو همجى فى هذا العالم يستبدل دائما بما هو منظم » .

بعد هذه الكلمات ، سرنا لوقت طويل كل بجوار الآخر قد خيم الصمت علينا حتى وصلنا قرب نهاية الخط الطويل فوق الشاطىء . ومن هناك ذهبنا فوق مصد الميناء حتى الفنارة العالية . وفى الشمال كانت الخيوط الحمراء فوق الأفق تشير الى أن الشمس لم ترحل بعيدا تحته الى الشرق . **لقد كانت خطوط المبانى فى الميناء واضحة بكل حدة وعندما وقفنا للحظات فى نهاية المصد ، بادرنى فولفجانج قائلا :**

فولفجانج : « هل تعتقد فعلا فى وجود « اله مشخص » . اننى أعرف بالطبع أنه من الصعب اعطاء مغزى واضح لمثل هذا السؤال ، ولكن اتجاهه واضح على كل حال » .

هيزنبرج : « هل يمكننى أن أطرح السؤال بطريقة أخرى ، واذن فانه سيصبح : هل تستطيع ، أو هل يستطيع الانسان أن يقف مباشرة أمام النظام المركزى للأشياء أو للأحداث ، الذى لا يوجد شك فى كينونته ، وأن يدخل فى صلة مباشرة معه ، كما هو ممكن فى روح انسان آخر ؟ اننى سأستعمل هنا كلمة روح (Seele) التى يصعب على الانسان توضيح كنهها ، لكى لا أفهم خطأ . لو أنك سألتنى هكذا ، فان اجابتى ستكون بنعم . واننى أستطيع ـ وذلك لأن الموقف هنا لا يعتمد على تجربتى الشخصية ـ أن

أذكرك بالنص الشهير الذى كان « باسكال (١) » (Pascal) يحمله دائما معه والذى يبدأ بكلمة « نار » • بيد أننى أعتبر هذا النص غير سارى المفعول بالنسبة لى » •

فولفجانج : « انك تعنى اذن أن النظام المركزى يمكن أن يكون حاضرا بنفس الشدة التي يمكن أن توجد بها روح انسان آخر ؟ » •

هيزنبرج : « ربما » •

فولفجانج : « لماذا استخدمت هنا كلمة روح ولم تتحدث مثلا عن انسان آخر فحسب ؟ •

هيزنبرج : « لأن كلمة روح تمثل النظام المركزى ، الوسط لكل كائن حى الذى قد يكون فى أشكال ظهوره الخارجية متعددا وغير مرئى » •

فولفجانج : « اننى لا أعرف ما اذا كنت أتفق معك تماما هنا • ان على كل انسان ألا يبالغ فى تجاربه الشخصية » •

هيزنبرج : « بالطبع لا ، ولكن الانسان يعتمد فى العلوم الطبيعية على تجاربه الخاصة أيضا أو على تجارب الآخرين التى تروى لنا بطريقة أمينة يمكن الوثوق بها » •

فولفجانج : « ربما كان على ألا أسأل هذا ولكننى أريد الرجوع الى مشكلتنا التى انطلقنا منها ، أى الى الفلسفة الايجابية • انها بالنسبة لك تعتبر غريبة وذلك لأنك اذا أردت تحقيق كل محرماتها فانك لن تستطيع الحديث عن كل الاشياء التى تناولناها توا • ولكن هل يمكننا الاستنتاج من هذا ، أن هذه الفلسفة ليس لها قطعيا علاقة بعالم القيم أو أنها لا تحتوى على أى مبادىء أخلاقية ؟ » •

هيزنبرج : « ان هذا يبدو للوهلة الأولى كذلك ، ولكنه هنا بالعكس تاريخيا • فمبدأ الايجابية هذا الذى نتحدث عنه والذى يقابلنا اليوم قد نما من « مبدأ المنفعة » (٢) والتصرفات الأخلاقية النابعة منه والمنتمية اليه • لقد علم مبدأ المنفعة الأفراد عدم

---

(١) Blaise Pascal ، فيلسوف اديان وفيزيائى ورياضى فرنسى (١٦٢٣/٦/١٩ - ١٦٦٢/٨/١٩) •

(٢) Pragmatismus تعاليم فلسفية أسسها Ch. S. Peirce عام ١٨٧٩ . تعترف بكل ما هو نظرى وفقا لقيمته العملية •

الركون الى الكسل والعمل المستمر وتحمل المسؤولية ورعاية الجار دون التفكير مباشرة فى تحسين العالم ، والعمل هناك حيث تتوافر القوى من أجل نظام أفضل على النطاق الضيق أولا . وفى هذا الصدد يبدو أن مبدأ المنفعة يتفوق على الديانات القديمة . وذلك لأن التعاليم القديمة تحرض بسهولة على السلبية وبالاضافة الى هذا أن يكيف الانسان نفسه بالنسبة لما لا يمكن تحاشيه ظاهريا ، والذى يستطيع الانسان فى الواقع تحسينه لو اعتمد على سواعده الخاصة .

ان أهم قواعد مبدأ المنفعة ، أى البدء بالصغير عند الرغبة فى تحسين ما هو أكبر ، تعتبر بالتأكيد قاعدة أساسية جيدة فى مجال التصرف العملى ، وحتى فى العلم فان هذه القاعدة تعد على المدى البعيد صحيحة ، اذا لم يفقد الانسان العلاقة الكبرى من نصب عينيه . ففى فيزياء نيوتن مثلا كانت الدراسة العميقة للتفصيلات بالاضافة الى النظرة على الكل (das Ganze) مؤثرة للغاية .

بيد أن مبدأ الايجابيين بشكله الحالى يقع فى الخطأ ، انه لا يريد رؤية العلاقة الكبرى وأنه يرغب ـ ولعلى أبالغ فى النقد هنا ـ فى تركها عنوة فى الضباب ، وهو على الأقل لا يشجع أحدا على التفكير فيها » .

فولفجانج : « ان نقدك لمبدأ الايجابية مفهوم لى للغاية ، غير أنك لم تجب بعد على سؤالى ، اذا كان الموقف المختلط من مبدأى المنفعة والايجابية يعطى أخلاقية معينة ـ وانك بالتأكيد محق فى أنه يعطى هذه الأخلاقية التى تراها تعمل بالفعل فى انجلترا وأمريكا ـ فمن أين تحصل هذه الأخلاقية على المؤشر الذى تتجه بناء عليه ؟ لقد زعمت أن المؤشر يأتى دائما فى النهاية من العلاقة مع النظام المركزى . ولكن أين نجد هذه العلاقة فى مبدأ المنفعة ؟ » .

هيزنبرج : « لقد التزمت هنا بمبحث « ماكس فيبر » (١) (Max Weber) القائل بأن أخلاقية مبدأ المنفعة تنبعث فى النهاية من « الكالفينية (٢) » (Calvinismus) ، واذن فان مصدرها هو الديانة المسيحية .

---

(١) عالم اجتماع واقتصاد المانى (١٨٦٤/٤/٢١ ـ ١٩٢٠/٦/١٤) .

(٢) تعاليم يوهان كالفين (١٥٠٩/٧/١٠ ـ ١٥٦٤/٥/٢٧) الخاصة بالاختيار الالهى .

عندما يسأل الفرد فى هذا العالم الغربى عن الخير والشر ، عما هو جدير بالتطلع اليه وما هو جدير باللعنة فانه يجد دائما مقياس القيم للديانة المسيحية ، وحتى هناك حيث لم يعد الفرد يستطيع التوافق مع الصور والتشبيهات فى هذه الديانة ·

فى اللحظة التى تختفى فيها القوة المغناطيسية التى تدير هذا المؤشر ـ وهذه القوة لابد وأنها تنبعث فقط من النظام المركزى ـ عندئذ ستحدث أشياء مفزعة للغاية تفوق كثيرا سجون التعذيب النارية والقنابل الذرية · ولكننا لا نريد الحديث عن هذا الجانب المظلم لعالمنا ، وربما يتجلى النظـام المركزى فى هـذه اللحظة فى موضع آخر ·

ان الحال فى العلم هو كما قال نيلز : يتركز فى أننـا نسلم بمتطلبات النفعيين والايجابيين بصدد العناية الفائقة الدقة فى التفاصيل والوضوح الغير محدود فى اللغة · ولكن يتحتم علينا تخطى محرمات هذه المبادىء وذلك لأنه اذا لم يكن مسموحا لنا · الحديث حول العلاقة الكبرى والتفكير فيها فاننا سـنفقد المؤشر الذى نوجه أنفسنا به » ·

بالرغم من أن الوقت قد كان متـأخرا ، فقد رسى مركب صغير آخر بجـوار المصد المـائى وعـاد بنـا الى « كونجينز نيتورف » (Kongens Nytorv) ومن هناك وصلنا بسهولة الى بيت بوهر ·

١٨ ـ مناظرة فى السياسة والعلم

(١٩٥٦ ـ ١٩٥٧)

بعد عشر سنوات من نهاية الحرب تم التغلب على الدمار الناجم منها • لقد كانت عملية اعادة البناء ـ على الأقل فى النصف الغربى من ألمانيا ، أى ألمانيا الاتحادية ـ قد أحرزت تقدما بحيث انه بدأ التفكير فى اشراك الصناعة الألمانية بتكليف من الحكومة الذرية المتطورة • وفى خريف عام ١٩٥٤ اشتركت بتكليف من الحكومة الاتحادية فى المفاوضات الأولى فى واشنطن حول استئناف هذه الأعمال فى الدولة الاتحادية • لقد كان لحقيقة أنه لم تجر أى محاولة فى ألمانيا لبناء القنابل الذرية أثناء الحرب ، بالرغم من أن المعارف الأساسية اللازمة لذلك كانت متوفرة ، وأثرت تأثيرا هاما فى سير هذه المفاوضات • على كل فقد سمح لنا ببناء مفاعل ذرى صغير وقد بدا لنا وكأن الحواجز أمام التكنولوجيا الذرية السلمية فى ألمانيا ستسقط قريبا •

تحت هذه الظروف كان يتحتم فى ألمانيا الاتحادية أيضا القيام بالتحويلات اللازمة للتطور المستقبلى فى هـذا الميدان • بالطبع كان الواجب الأول هو بناء مفاعل أبحاث ، حتى يتمكن الفيزيائيون والمهندسون ـ أو عموما الصناعة الألمانية ـ من التعرف على المشاكل التكنولوجية فى هـذا الميدان الجديد • وكان واضحا أن القسم الذى

يرأسه كارل فيرتس في معهد ماكس - بلانك للفيزياء بجوتنجين سيلعب دورا هاما في هذا المشروع ، وذلك لأنه قد توفرت في هذا القسم كل الخبرات عن تطور المفاعلات أثناء الحرب كما تم - بقدر الامكان - متابعة الخطوات التقدمية الأخيرة في المراجع أو المؤتمرات العلمية . ومن ثم فقد كلفني اديناور مرات عديدة في هذا الوقت بالتفاوض مع الجهات الرسمية أو الصناعية وذلك للعناية بأن الخطط الأولى تناظر أيضا من وجهة النظر العلمية الضرورات الموضوعية . لقد كان شيئا جديدا بالنسبة لي - وان كان متوقعا - أنه حتى في الدول الديمقراطية فان قرارا هاما مثل بداية التكنولوجيا الذرية الحديثة لا تتخذ فقط بناء على وجهات النظر الخاصة بملاءمة الأهداف الموضوعية ولكن أكثر من ذلك بناء على توازن معقد من المصالح الفردية التي يصعب فهمها والتي تقف حائلا في طريق هذه الأهداف . وأنه من غير العدل هنا محاولة لوم السياسيين على ذلك . ان عملية التوفيق بين المصالح المتعارضة وتحويلها الى تعاون ديناميكي مشترك تعتبر أهم واجبات السياسيين التي يتحتم علينا - بقدر الامكان - مساعدتهم في تحقيقها . وبالطبع فانني لم أكن متمرسا في موضوع توازن المصالح الاقتصادية أو السياسية ، ومن هنا لم أستطع تقديم الكثير من مثل هذه المفاوضات .

في كل الأحاديث التي أجريتها في هذا الوقت مع معاوني المقربين ركزت على التصور أنه قد يكون من الملائم للهدف بناء أول مفاعل أبحاث المحدد للأغراض التكنولوجية بالقرب من معهدنا . ومن ثم فقد كان علينا البحث عن مساحة كبيرة من الأرض لبناء المعهد وللمعدات التكنولوجية التي ستتوسع في المستقبل ، وقد طالبت بأن يكون الموقع الجديد بالقرب من ميونخ . وبالطبع فقد لعبت الدوافع الشخصية ، أي الرابطة بيني وبين المدينة منذ أيام الشباب والدراسة الجامعية ، دورا في طلبي هذا . ولكن بالاضافة الى ذلك فقد بدا لي أن القرب من معقل ثقافي هام متفتح على العالم المعاصر مثل ميونخ يعتبر أساسا هاما لأعمال المعهد . ومن ناحية أخرى فقد كان من عوامل تعقيد التعاون المشترك بين المعهد ومركز التكنولوجيا الذرية الجديد التفكير في أنه عن طريق هذا التعاون يمكن استغلال خبرات المعهد أثناء الحرب بالدرجة القصوى وأن الفريق المعد لمثل هذه الواجبات في معهدنا أراد فعلا ممارسة التكنولوجيا الذرية فقط ، واذن لا يمكن أن يقع في محاولة استغلال الوسائل الكبرى للمركز التكنولوجي في أهداف أخرى . ولكنني لاحظت أنه لم يكن لدى ممثلي الصناعة اهتماما حقيقيا لاقامة مثل هذا التطور التكنولوجي في بافاريا ، لقد اعتبروا أن الظروف في

« بادين ــ فورتمبرج » (Baden-Wurttemberg) أكثر ملاءمة ولذلك وقع اختيارهم على الكارلسروهى (Karlsruhe) • وبالرغم من ذلك فقد عرضت حكومة بافاريا تأثيث مبنى جديد لمعهدنا فى ميونخ •

جاءت الخطوة التالية من الحكومة التى كلفت كارل فيرتس بالانفصال بمجموعته المتخصصة فى تكنولوجيا المفاعلات من المعهد والتوجيه بها الى الكارلسروهى ، بينما حصل كارل فريدريش على وظيفة أستاذ للفلسفة فى جامعة هامبرج •

لم يكن مريحا لى فى هذا القرار ــ الذى راعى رغبتى بالنسبة لنقل المعهد الى ميونخ ــ تجاهله للأسس الموضوعية التى تبنيتها بالنسبة لجعل تطور التكنولوجيا الذرية بالقرب من معهدنا • لقد أثار غضبى أن التعاون المشترك لسنين طويلة مع كارل فريدريش وكارل فيرتس سوف يجد نهايته الآن ، وصرت قلقا حول ما اذا كان المركز الجديد للتكنولوجيا الذرية السلمية المقام فى الكارلسروهى سيستطيع بمرور الوقت تحاشى قبضة الذين أرادوا استخدام مثل هذه الوسيلة من أجل أهداف أخرى • لقد أقلقنى أن الناس الذين يملكون السلطة فى أخذ القرارات الهامة قد تصوروا أن الحدود بين التكنولوجيا الذرية السلمية وبين تكنولوجيا التسليح النووى تشبه سهولة الحدود بين التكنولوجيا الذرية والأبحاث الذرية الأساسية البحتة • وقد كان مما زاد قلقى انتشار الرأى بين بعض الدوائر السياسية والعلمية القائل بأن التسليح الذرى يعتبر فى عالمنا احدى الوسائل العادية للحماية ضد التهديدات الخارجية ولذلك لا يجب التغاضى عنه فى ألمانيا الاتحادية • بينما كنت أنا وكثيرون من الأصدقاء مقتنعين بأن التسليح الذرى سوف يضعف موقف السياسة الخارجية الألمانية وأننا سنخسر بتطلعنا الى الاسلحة الذرية على أى حال • وذلك لأن السخط على تصرفات الألمان فى سنوات الحرب كان منتشرا ولا يقر بالسماح بجعل الاسلحة الذرية فى أيد ألمانية •

أثناء المقابلات المختلفة التى قمت بها فى هذا الوقت مع المستشار الألمانى بدا لى أيضا أن أديناور مقتنع بالرأى القائل أنه على ألمانيا أن تنفذ فى قضايا التسليح الحد الأدنى الذى يطلبه الحلفاء منها • ولكنه أقر بأن المهم هنا هو التوازن بين مصالح مختلفة للغاية يصعب التوفيق بينهما •

لقد كان كارل فريدريش هو الوحيد بين أصدقائى الذى تبنى هذا

الموضـوع مرارا والذى تولى بعـد ذلك فكرة اتخـاذ خطوات سياسية بهذا الشأن ٠

ربما بدأت احدى محاوراتنا بأن وجهت السؤال التالى الى كارل ٠

هيزنبرج : « ما هو حكمك على مستقبل معهدنا ؟ اننى قلق لان أعمال التكنولوجيا الذرية يجب أن تنفصـل تماما من معهدنا ٠ بالطبع فانه توجد عدا ذلك واجبات علمية أخرى ، ولكن من الذى يريد هذا الفصل ؟ هل كان اقتراحى ــ الذاتى بعض الشىء ــ فقط هو الذى أدى الى عملية الفصل ؟ أم أن هناك أسبابا موضوعية لفصل المركز المستقبلى للتكنولوجيا الذرية السلمية عن جمعية ــ ماكس ــ بلانك ؟ » ٠

كارل : « فى مثل هـذه القضـايا السياسية يصعب تعريف كلمـة « موضوعية » ، ان مثل هذا التطور التكنولوجى يؤدى الى تغييرات اقتصادية ضخمة فى المنطقة التى تختار كموقع له ٠ انه سيؤدى الى توفير العمل لكثير من الناس وبناء مستعمرات سكنية لهـم كمـا ان الصناعات الخاصة باستخراج الطاقة واستخدامها سوف تحصل على أهمية مميزة ومراكز لها وواجبات انتاجية ٠ واذن فان الأسباب التى تؤدى بمدينة أو مقاطعة الى اختيـار المنطقـة التى سيجرى فيها مثل هذا التطور تعتبر أسبابا « موضوعية » كافية ٠ ان القرار الخاص باختيار أماكن التطور للتكنولوجيا الذرية السلمية سيعرض هنا ــ كما فعلنا نحن فى حديثنا حول القنابل الذرية ــ فى الفارم هول ــ كجزء من التخطيط التكنولوجى العلمى لألمانيا الاتحادية كلها ، ولن يقتصر على السؤال حول المكان الذى يمكن الوصول فيه بأسرع ما يمكن على مفاعلات قابلة للتشغيل ٠ واذن فان هناك أسبابا أخرى يمكن استنتاجها من دراسة التأثير المشترك للكل » ٠

هيزنبرج : « وسيتحتم علينا الاعتراف بمثل هذه الأسباب ، وأنت تعنى أنها قد لعبت هنا الدور الرئيسى ؟ » ٠

كارل : « اننى لا أعرف هذا ، وهنـا يكمن فى الواقع مصدر قلقى ٠ كما تعرف من محادثات كثيرة سابقة فانه من الصعب على أغلبية المراقبين الخارجيين اقامة حـدود قاطعـة للتطور الذى يخطط له الآن ضد تكنولوجيا التسليح من ناحية وضد الأبحاث العلميـة من ناحية أخرى ٠

ومن ثم فانه ستوجد تطلعات ــ ربما تكون ليست ذات أهمية ــ ترمي الى ضم مجالات الأبحاث العلمية البحتة التى ليست لهـا علاقة مباشرة بهذا التطور التكنولوجي ألى المركز الجديد ، وقد توجـد تطلعات أخرى ــ وهـذا هو الخطر ــ تفكر أثنـاء التكنولوجيـا الذرية السلمية فى التطبيقات المستقبلية فى مجـال الأسلحة ، مثلا فى الحصول على البلوتونيوم (Plutonium) • بالطبع فان كارل فيرتس سيبذل أقصى الجهود للحفاظ بلا مقايضة على خط الاستخدام السلمى للتكنولوجيا الذرية • ولكن قد توجد قوى شـديدة فى اتجـاهات أخـرى لن يستطيع كفـرد الوقوف أمامهـا •

واذن يجب علينا محاولة الحصول على بيان ملزم من حكومتنا بأنه لن يتم السعى الى انتاج الأسلحة الذرية • بيد أن الحكومـة ترغب فى الحفاظ على طرق كثيرة مفتوحة أمامها • انها ستعمـل بالكاد على تقييد أيديها • اننـا يمكننا أن نفكر فى بيان للرأى العام ، ولكن هل لمثل هذه النداءات أى معنى ؟ لقد قمت بنفسك فى العام الماضى بصياغة بيان وقعته جماعة الفيزيائيين المجتمعين فوق الجزيرة « مايناو » (Mainau) فهل كنت سعيدا بذلك ؟ » •

هيزنبرج : « نعم لقد شاركت فى هـذا الموضوع ، ولكننى أساسا أكره هذه الاعلانات • ان القاء الخطب العلنية التى يقال فيهـا ان الفرد يقف مع السلام وضد القنبلة الذرية تعتبر ثرثرة غبية ، وذلك لأن كل انسان سليم العقل يعتبر بالفطرة مع السـلام وضد القنبلة الذرية وهو لا يحتاج بذلك الى بيان من العلماء • ان الحكومات ستأخذ فى حساباتها السياسية بمثل هذه الاعلانات وانها ستعلن دائما أنها مع السلام وضد القنابل الذرية • ولكنها ستضيف فى عبارات جانبية أنها بالطبع تعنى ذلك السلام المشرف لشعوبها ومن ثم فهى فى الواقع تسفه القنـابل الذرية التى يملكها الآخرون • وبهذا طبعا فاننا لن نجن شيئا » •

كارل : « على كل حال فان الشعب سيتذكر دائما أن الحرب بالأسلحة الذرية تعتبر سخفا • واذا كان هذا التحذير بلا هدف ، لمـا وقعت أنت البيان فى مايناو » •

هيزنبرج : « اننى أوافق على ذلك ، ولكن كلما كان مثل هذا البيـان عاما وغير ملزم ، كان تأثيره أقل » •

كارل : « حسن ، واذن يجب علينـــا أن نفكر فى شىء أكثر جـدية ، لو أردنا الوصول الى محاولة جديدة بالفعل من جانبنا » ٠

هيزنبرج : « ان السياسة القديمة : القوة السياسية والاقتصـادية ، والضغط عن طريق التهديد بالأسلحة ، مازالت تعتبر خصوصا خارج ألمانيا سياسة واقعية ، حتى هنـاك حيث أصبحت منذ أمد بعيد العكس لذلك :

لقد سمعت منذ أيام عضوا فى الحكومة يقول اذا كانت فرنسا حائزة على أسلحة ذرية فانه يجب على الحكومة الألمانية أن تطالب بالمعاملة بالمثل ، بالطبع فاننى عارضته بسرعة ٠ لم يكن المفزع بالنسبة لى فى هذا الرأى الهدف المراد ، ولكن الأسباب التى بنى عليها هذا الهدف ٠ لقد اعتبر هـذا العضـــو أنه من المنطقى ان امتلاكنا للأسلحة الذرية يعتبر ميزة سياسية ، ومن ثم فقد سأل فقط عن كيفية الوصول الى مثل هذا الهدف المميز ٠ لقد خشيت أن هذا العضو سيعتبر كل من يفكر بطريقة أخرى ـ أى كل من يشك فى الأسباب نفسها ـ وهم لا أمل فيــه أو مقـــامر حالم يتعقب أهدافا سياسية مخالفة لما يظهر ـ مثل ضم ألمانيـــا الاتحادية الى روسيا » ٠

كارل : « انك الآن تبالغ ، نظرا لمضايقتك من رأى هذا العضو ٠ ولكن سياسة الحكومة تعتبر بالتأكيد أكثر تريثا وانه لتوجد مسافة كبيرة بين امتلاك القنبلة الذرية وبين السلبية الكاملة حيث يكون الاعتماد الكلى على الآخرين ٠ وعلى كل حال يجب علينا أن نعمل كل ما فى مقدورنا لمنع وقوع أى تطور فى الاتجاه الخطأ » ٠

هيزنبرج : « ان هذا سيكون صعبا للغاية ٠ لقد تعلمت من التطورات فى الأشهر الأخيرة أن الانسان لا يستطيع ممارسة السياســـة والعلم فى نفس الوقت بنفس الكفاءة ٠ أو على أى حال فان قوتى لا تساعدنى على ذلك ٠ وهذا لا يعتبر غير منطقى وانه من المهـم العطاء الكلى فى كل من السياسة والعلم ونصف الطريق لا يصبح فى الحالتين ٠ واذن فاننى سأحاول العودة الى العلم فقط » ٠

كارل : « انك لا تفعل الصواب بهذا ، فالسياسة ليست فقط وظيفة للمتخصصين واذا أردنا منع وقوع كوارث مثل تلك التى حدثت فى سنة ١٩٣٣ ، فان علينا اعتبارها واجبا على كل فرد ٠ ومن هنا لا يجب عليك أن تعزل نفسك خصوصا اذا كان الموضـــوع يتعلق بتأثير الفيزياء الذرية » ٠

هيزنبرج : « حسبن ، فحيثما احتجت لمساعدتى ، ستجدنى هناك » •

فى صيف ١٩٥٦ ، الذى تم فيه هذا الحديث ، شعرت بأننى متعب ومنهك للغـــاية • وقد ســاعدت على ذلك مناظرة علمية قمت بهـا مع فولفجانج باولى ، الذى لم أستطع اقناعه بقضية علمية ذات أهمية خاصة بالنسبة لى • لقد قمت فى مؤتمر علمى فى « بيزا » (Pisa) فى العام الســابق بتقديم اقتراحات غـير عادية حــول التركيب الرياضى لنظرية الجسيمات الأولية التى لم تفز باعجاب فولفجانج • لقد قام فولفجانج نفسه بالبحث عن احتمالات قريبة مماثلة بناء على نموذج رياضى خططه الفيزيائى الأمريكى ـ الصينى الممتاز « لى (١) » (Lee) وقد استنتج فى النهاية أن بحثه يسير هنا فى الاتجاه الخطأ • ولم أكن شخصيا أستطيع الموافقــة على هــذا الزعم • ومن ثم فقد نقدنى فولفجانج بنفس الحــدة المعهودة عنه فى مثل هذه الحالات : « هذه الملاحظات ، تشير بالدليــل القاطع الى أنك شخصيا لم تكن تفهم أثناء مؤتمر بيزا شيئا البتة حول بحثك » •

لقد كنت متعبا تماما ولم أملك القدرة اللازمة للتصدى للمشكلة الرياضية الصعبة المطروحة ، لذلك قررت الذهاب فى اجازة استجمام طويلة • فى الأجازة توجهت مع كل أسرتى الى « ليزيلايا » (Liseleje) ـ منطقة استجمام تقع على جزيرة زيالاند (Sijalland فى الدانمرك ـ فى بيت ريفى يبعد عشرة كيلومترات فقط من منزل بوهر الصيفى فى تيزفيلدى • لقد أردت البقاء لأوقات طويلة مع نيلز دون أن يتطلب ذلك كرمه الضيافى الغزير • وقد قضت الزيارات المتبادلة فى هذه الأسابيع السعيدة على الارهاق ، وأعطت الفرصة لاقامة الصلة بين المــاضى المشترك والعالم الذى كان قد تغير أثناء ذلك •

لم يرغب نيلز فى الدخول فى تفاصيل المناظرة الرياضية الصعبة التى كان على النضال فيها ضد فولفجانج ، وذلك لشـعوره بأنه غـير متخصص فى الموضوعات ذات الصبغة الرياضية أكثر من الفيزيائية • ولكنه كان موافقا على وجهات نظرى الفلسفية التى كنت أريد اضافتها لفيزياء الجسيمات الأولية ، وقد شجعنى على المضى فى الاتجـــاه الذى بدأته •

بعد أسابيع قليلة من عودتى من الدانمرك انتابنى مرض شديد وكان لابد على أن ألازم الفراش لبعض الوقت ، ولم يكن ممكنا لى التفكير

---

(١) Tsung-Dao Lee (٢٥/١١/١٩٢٦ ـ) •

فى الأبحاث العلمية وفى المناقشات السياسية التى قام بهـا كارل فريدريش وبعض الأصدقاء الآخرين مع الحكومة ، ولكننى كنت أستطيع متابعتها فقط من بعيد •

فى اليوم الأول الذى استطعت فيه ترك الفراش ـ كان ذلك فى نهاية نوفمبر ـ عقدت فى منزلى « مباحثات الجوتنجيين الثمانى عشر » ـ هكذا سميت بعد ذلك ـ التى تمت فيها الموافقة على توجيه خطـاب الى وزير الدفاع ـ وزير الذرة سابقا ـ « شتراوس (١) » (Strauss) واذا لم نحصل على اجابة شافية على هذا الخطاب فاننا نرى أنه من حقنا التوجه بمطالبنا الى الرأى العام • لقـد كنت سعيدا لأن كارل فريدريش قد تولى القيام بهذه الخطوة ، وذلك لأننى كنت قبل ذلـك أراقب ما يحدث فقط دون الاستعداد الكامل للمشاركة •

فى الأسابيع التالية التى بدأت أجمع فيها ببطء كل قواى ، حاولت الوصول الى قرار فى المناظرة مع فولفجانج ، لقد كان الموضوع يتعلق بالاقتراح بأنه للتعبير عن القوانين الطبيعية الخاصة بالجسيمات الأولية يلزم توسيع الحيز الرياضى (mathematischen Raum) الذى سمى منـذ اسـتخدامه فى ميكانيكا الكم بطـريقة خاطئة « حيز هيلبرت (٢) «Hilbert Raum» » • لقد أعطى بول ديراك منذ ثلاثين سـنة الدافع لتوسيع هذا الحيز من خلال استخدام مصفوفة أكثر عمومية من المصفوفة المستخدمة فى ميكانيكا الكم • بيد أن فولفجانج كان قد أثبت فى ذلك الحين أنه فى هذه الحالة قد تحصل الكميات ، التى فسرت فى ميكانيكا الكم كاحتمالات ، أحيانا على قيم سالبة (٣) مما يجعل مثـل هذه الرياضيات غير مقبولة من الناحية الفيزيائية • لقد عرض فولفجانج ـ تقريبا فى نفس الوقت من مؤتمر بيزا ـ اعتراضاته ضد النموذج المقترح من لى (Lee) حتى أدق التفاصيل الرياضية • وعلى العكس من ذلك فقد تناولت فى محاضرتى فى بيزا الاقتراح الديراكى وزعمت أن الانسان يستطيع ـ فى حالات خاصة وصفتها هنـاك ـ مواجهـة

---

(١) Franz Josepf Strauss، أحد السياسيين البارزين الألمان (١٩١٥/٩/٦ ـ) رئيس الحزب الاشتراكى المسيحى البافارى ورئيس وزراء حكومة ولاية بافارية الحالية •

(٢) نسق رياضى ينسب الى عالم الرياضيات دافيد هيلبرت ويمثل حيزا كاملا من المتجهات التى تربطها مجموعة من العلاقات المختلفة •

(٣) فى نظرية الاحتمالات يشار الى احتمال وقوع حدث معين بكمية تتغير بين الصفر ـ حالة اللاحدث والواحد الصحيح ـ حالة الحدث الكامل ـ وليس هناك معنى أن تحصل هذه الكمية على قيمة سالبة •

اعتراضات فولفجانج . وبالطبع فان فولفجانج لم يصدق هذا . واذن فقد عزمت على استخدام طرق فولفجانج الرياضية كي أثبت له مرة أخرى باستعمال نموذج لى أننا نستطيع التغلب فى الحالات الخاصة التى حددتها على الصعوبات التى ذكرها . فقط فى نهاية يناير ١٩٥٧ كنت قد تمكنت من اشتقاق البرهان وكتابته في خطاب الى فولفجانج . وفى نفس الوقت كانت حالتى الصحية قد تدهورت . لدرجة أن الطبيب قد نصحنى بترك جوتنجين والذهاب الى أسكونا (Ascona) على « اللاجو ماجورى » (Lago Maggiore) للتمريض من قبل اليزابيث والاستمرار هناك حتى الشفاء التام . ومازال حتى الآن تبادل الخطابات مع فولفجانج فى اسكونا يمثل ذكريات مفزعة ، وذلك لأن الصراع كان محتدما من كلا الجانبين ، وقد استخدمت فيه كل الجهود الرياضية المعقدة للوصول الى وضوح الرؤية المنشودة لم يكن برهانى واضحا فى البداية فى كل النقط ، ولم يستطع فولفجانج فهم ما رميت اليه . وقد تعددت المرات التى حاولت فيها عرض أفكارى بكل التفاصيل ، كما تعددت المرات التى كان فيها فولفجانج حانقا لأننى لا أستطيع تقبل اعتراضاته . وأخيرا فقد نفد صبره وكتب لى : « لقد كان هذا خطابا سيئا منك . اننى أعتبر كل ما ذكرته فيه تقريبا خطأ ميئوسا فيه ... انك تكرر فقط أفكارك الثابتة ، أو بالأحرى نتائجك الكسولة ، كما لو كنت لم أكتب لك قبل ذلك أبدا . ومعنى هذا أن كل جهودى كانت مضيعة للوقت ، ومن ثم فقد قررت قطع مناقشاتنا الآن ... » .

غير أننى لم أستطع أن أسلم هنا ، وبالرغم من حالات الاغماء والاكتئاب التى عاودتنى فقد كنت أريد الالحاح حتى الوصول الى وضوح كامل للرؤية .

بعد حوالى ستة أسابيع من التوتر الشديد ، استطعت فى النهاية القيام بعمل ثغرة فى دفاع فولفجانج . لقد فهم أخيرا أننى لا أريد الاهتمام بالحل العام للمشكلة الرياضية تحت الاعتبار ولكن فقط بمجموعة خاصة من الحلول ، واننى أزعم فقط أننا نستطيع تفسير هذه المجموعة الخاصة فيزيائيا . وبهذا كانت الخطوة الأولى للاتفاق قد تمت ، وبعد انهاء العمل فى تفصيلات رياضية مختلفة كان كل منا قد اقتنع بأنه قد فهم المشكلة تماما . ان النسق الرياضى الغير عادى الذى كنت أريد أن أبنى عليه نظرية الجسيمات الأولية لا يحتوى اذن على متناقضات داخلية يمكن التعرف عليها مباشرة . وبالطبع لم يكن هذا اثباتا لأن هذا النسق مفيد فعلا ، ولكن كانت هناك أسباب أخرى

للاعتقاد بأنه يجب البحث عن الحل فى هذا المكان • وقد تمكنت الآن الاستمرار فى العمل فى الاتجاه الذى سلكته ذات مرة •

فى طريق العودة من أسكونا تحتم على مرة أخرى اجراء فحص طبى كامل فى مستشفيات جامعة زيوريخ ، ومن ثم فقد اقتنصت الفرصة لمقابلة فولفجانج مرت بسلام تام بحيث ان فولفجانج فى النهاية قد أقر أننا قد توصلنا الى « اتفاق ممل » • وبهذا فقد وصلت « مذبحة أسكونا » — كما أسميناها بعد ذلك — الى نهايتها •

لقد قضيت الأسابيع التالية فى أورفيلد — موطننا القديم بجوار بحيرة الفالشن ، ولم أكن اتصور أن استجمامى هناك يتم بسرعة أكثر منه فى أسكونا •

عند عودتى الى جوتنجين عرفت أن المناقشات السياسية حول قضية التسليح الذرى قد أدت الى أزمة • فلم تلزم الحكومة الاتحادية نفسها أمامنا — نحن الفيزيائيين — بخط معين فى قضية التسليح الذرى • وبالرغم من أن ذلك كان مفهوما لنا فقد ساعد على زيادة قلقنا بشأن احتمال السير فى الاتجاه الخطأ • بعد ذلك تحدث أديناور فى خطبة علنية عن أن الأسلحة الذرية تمثل فى الأساس فقط تحسينا وتقوية للمدفعية وأنها اذن بالمقارنة بالتسليم التقليدى تزيد بدرجة اختلاف واحدة فقط • لقد بدا لنا مثل هذا التشبيه بأنه قد تعدى ما يمكن احتماله ، وذلك لأنه يعطى للشعب الألمانى صورة خاطئة تماما عن تأثير الأسلحة الذرية • وأذن فقد شعرنا بمسئولية التصرف وقد جزم كارل فريدريش بأنه يجب علينا التقدم ببيان الى الرأى العام •

لقد اتفقنا بسرعة على أن يدور موضع البيان حول اعلان عام لحسن النية من أجل السلام وضد القنبلة الذرية • أكثر من ذلك يتحتم علينا وضع أهداف محددة للغاية يمكن الوصول اليها تحت الظروف آنذاك • وقد حددنا بهذا الصدد هدفين اثنين • أولهما أنه يجب ارشاد الشعب الألمانى تماما حول تأثير الأسلحة الذرية ومنع كل محاولة للتبسيط أو التخفيف من عواقبها • وثانيهما أنه يتحتم التطلع الى الوصول الى موقف مغاير للحكومة الاتحادية بالنسبة لقضية التسليح الذرى • ومن هنا فان البيان يجب أن يقتصر على الحكومة الاتحادية فقط ويجب علينا أن نذكر بوضوح أن حوزة الجمهورية الاتحادية على أسلحة ذرية لا يعتبر زيادة للأمن ولكنه يعنى تهديدا له • كما أن كيفية تفكير الحكومات والشعوب الأخرى حول الأسلحة الذرية يجب أن تكون بالنسبة لنا شيئا غير مهم بالمرة • وفى النهاية فاننا نعتقد أن

بياننا يصبح مؤثرا أكثر ، عندمـا نلزم أنفسنـــا كأفراد برفض كل مشاركة فى العمل فى مجال التسليح الذرى • لقد كان مثل هــــذا الرفض مهما لنا وذلك لأننا تمكنا أثناء الحرب من تماشي المشـــاركة فى التسليح الذرى •

ناقشنى كارل فريدريش بعد ذلك التفاصيل مع أصدقائنا وتـم استثنائى من كل المقابلات الخاصة بهذا الصدد لحاجتى الشديدة الى الراحة • ثم قام بتقديم مشروع نص البيان الذى حاز ـ بعد اجراء بعض التعديلات ـ على موافقة الفيزيائيين الجوتنجيين الثمانى عشر •

١٩ ـ نظرية المجال الموحد

(١٩٥٧ ـ ١٩٥٨)

تقع جزيرة « سان جيورجيو » فى ميناء « فينيسا » أمام قصر الدوقية و « البياتسيتا » (١) (Piazzetta) وهى تتبع لأملاك الكونت « سينى » الذى أقام هناك مدرسة للأيتام واللقطاء يتم فيها تربيتهم كجيل من البحارة والفنانين البدويين والذى قام أيضا بترميم كنيسة الرهبان القديمة • وقد أعدت الحجرات الفسيحة فى الدور الأول من الكنيسة لاستقبال الزائرين •

وفى مؤتمر الفيزياء الذرية الذى عقد فى خريف ١٩٥٧ فى « بادوا » (Padua) دعا الكونت سينى بعض قدامى المشتركين ـ ومن بينهم فولفجانج وأنا ـ للنزول فوق الجزيرة سان جيورجيو • لقد هيأ الصمت فى ميناء الكنيسة الذى قطعته الأصوات الخافتة لضوضاء الميناء من على البعد ، والرحلات الجماعية من وقت لآخر الى بادوا فرصة حسنة لمحاورات جديدة حول القضايا الملحة فى علمنا آنذاك •

(١) تمثال لجيوفانى باتسيستا بياتسيتا (Giovani Battisla Piazzetta) فنان ايطالى (١٣/٢/١٦٨٢ ـ ٢٨/٤/١٧٥٤) •

شغل جميع المشتركين فى المؤتمر باكتشاف للفيزيائيين الصينيين ـ الأمريكيين لى (Lee) ويانـــج (١) (Yang) • لقد توصـــل هذان الفيزيائيان النظريان الى فكرة أن « التماثلية بين اليمين واليســار » ، التى اعتبرت حتى ذلك الحين احدى أسس القوانين الطبيعية ، تختل فى حالات « التأثيرات المتبادلة الضعيفة » (Schwache Wachselwikungen) المسئولة عن ظواهر الاشعاع النووى • وبالفعل فقد أثبتت التجارب التى قام بها « فـــو » (Wu) بعد ذلك انه في حالة تحلل ـ بيتا الاشعاعى يظهر حياد قوى عن « تماثلية اليمين واليسار » • لقد بدا كما لو أن الجسيمات عديمـــة الكتلة المشعة أثنـــاء تحلل ـ بيتـا ـ أو ما يسمى « بالنيوترينوز » ـ تتواجد فى شكل ثابت ـ يطلق عليه « الشـــكل اليسارى » ـ بينما « النيوترينوز المضادة » تظهر اذن فى « الشكل اليمينى » • لقد اهتم فولفجانج على وجه الخصوص بخصائص النيوترينوز وذلك لأنه كان أول من تنبأ بوجود هذه الجسيمات منذ عشرين سنة ، ولأن وجودها كان قد ثبت بالفعل فى الفترة السابقة • بيد أن الاكتشاف الجديد قام بتغيير تصورنا حـــول هذه الجسيمات بطـــريقة مميزة ومثيرة للغاية •

لقد كان رأينا ، أى فولفجانج وأنا ، يتلخص فى أن صفات التماثل ـ التى يعبر عنها بواسطة هذه الجسيمات عديمة الكتلة ـ لابد وأن تكون صفات تماثل للقوانين الطبيعية تحت الاعتبار •

وعندما تسقط تماثلية اليمين واليسار من هذه الجسيمات ، فانه يجب الأخذ فى الحسبان باحتمالية أن هذه التماثلية تسقط أيضا فى القوانين الطبيعية الأساسية وأنها تلعب دورا ثانويا فى القوانين الطبيعية ـ مثلا بطريق غير مباشر فى التأثير المتبادل وفى الكتلة الناتجة منه •

ومن ثم فانها تكون نتيجة لمضاعفة اضافية يمكن أن تنشأ رياضيا مثلا من خلال أن معادلة ما يمكن أن يكون لها حلان فى نفس الوقت • لقد كانت هذه الاحتمالية مثيرة لأنها تعول على تبسيط للقوانين الطبيعية الأساسية • ولقد تعلمنا من ممارساتنا السابقة للفيزياء أنه حيثما تظهر بساطة غير متوقعة نتيجة لخبرة تجريبية لابد وأن يتركز الانتباه اليها وذلك

---

(١) Chen-Ning Yang (١٩٢٢/٩/٢٢ ـ)

لأننا ربما نكون قد وقعنا فى مكان تصبح منه العلاقات الكبرى واضحة لنـــا ٠

واذن فقد شعرنا جميعا ان هناك معارف ذات أهمية كبرى تكمن وراء اكتشاف لى ـ يونج ٠ وقد شاركنا فى هذا الرأى « لى » ، الذى كان مشتركا فى المؤتمر أيضا ٠ لقد تحدثت معه لوقت طويل فى فناء الكنيسة حـــول النتائج المتوقعـــة التى يمكن الوصـــول اليهـــا من اللاتماثلية (Unsymmetrie) وقد راى هو ايضا « ان ثمة علاقات جديدة وهامة » توجد خلف الستار ٠ ولكن بالطبع فان أحـــدا لا يعرف فى مثل هذه الحالات مدى صعوبة أو سهولة عملية كشف الستار ٠ بيـد أن فولفجانج كان متفائلا للغاية ، من ناحية لأنه ملم جيـــدا بالتركيبات الرياضية المتعلقة بنظرية النيوترينوز ، ومن ناحية أخرى لأنه كان معبأ بالأمل من خلال مناقشاتنا السابقة فى « مذبحة أسكونا » بأنه يمكن القيـــام بتكوين نظـرية مجـال الكم النسبية الخالية من أى تناقض رياضى ٠ لقد كان فولفجانج مفتونا بصفة خاصة « بعملية المضاعفة » (Verdopplung) أو التقسيم الثنائى التى يمكن اعتبارها ـ كما اعتقد هو ـ مسئولة عن ظهور تماثلية اليمين واليسار ، بالرغم من أنه لم يكن من الممكن بعد ايجاد تمثيل رياضى متماسك لهذا الاعتقاد ٠ ان صفة التقسيم الثنائى تزود الطبيعة ـ بطـــريقة لم تكتشف بعد ـ بامكانية تأسيس صـــفة تماثل جديدة ٠ ولكن كيف ينشـأ اضطراب التماثلية ، لقـد كانت تصوراتنا فى ذلك الحين المتعلقة بهذا الموضوع أقل وضوحا منها حـــول التقسيم الثنائى ٠ ولقد أثيرت لمرات عديدة فى أحاديثنا فكرة أن العالم ككل ، أى الفضاء الكونى ، لا يتطلب أن يكون متماثلا بالنسبة للعمليات التى تظل القوانين الطبيعية تحت تأثيرها محافظة على أشكالها ، وأن نقص التماثلية يمكن ارجاعه اذن الى لا تماثلية الكون ذاته ٠ كل هذه الأفكار كانت أكثر غموضا فى رءوسنا آنذاك بالمقارنة بما هو مكتوب عنها هنا ، ولكن شيئا من الفتنة كان يصاحبها دائما كلما أردنا امعان النظر فيها ، ومن ثم فقد حازت على أهمية خاصة بالنسبة للتطورات التالية ٠

لقد سألت فولفجانج مرة ، لماذا يضع قيمة كبيرة لعملية التقسيم الثنائى هذه ، وقد اجابنى تقريبا بما يلى :

فولفجانج : « لقد كان من الممكن لنا فى الفيزياء السابقة للأغلفة الذرية الانطلاق من صور ظاهرية تنبع أساسا من الفيزياء الكلاسيكية ٠ ان « مبدأ المقارنة » (das Korrespondenz prinzip) لبوهر يزعم قابلية تطبيق مثل هذه الصور ، حتى وان كان ذلك يتم بطريقة

مقيدة . ولكن حتى فى الأغلفة الذرية ، فان الوصـــف الرياضى لما يحدث كان مجردا للغاية بالمقارنة بالصور . لقد كان من الممكن اعطاء نفس الموضوع الفعلى حتى للصور المختلفة المتناقضة بذاتها مثل صورة الجسيم وصورة الموجة . بيد أن مثل هـذه الصور ستفقد معناها كلية فى فيزياء الجسيمات الأولية . ان هذه الفيزياء تعتبر أكثر تجردا . واذن فانه لن توجد نقط انطلاق أخرى للتعبير عن القوانين الطبيعية فى هذا الميدان سوى الصفات التماثلية التى تحققت فعلا فى الطبيعه ، أو ــ للتعبير بطريقة أخرى ــ عمليات التماثل (مثل الازاحات أو اللغات) التى توسع حيز الطبيعة . ولكننا نصــل بعد ذلك مباشرة الى السؤال ، لماذا توجـد عمليات التماثل هذه بالتحديد وليست عمليات اخرى . ان عملية التقسيم الثنائى التى أتصورها يمكن أن تساعدنا هنا ، لأنها توسع حيز الطبيعة بطريقة غير اجبـــارية وبذلك تخلق احتمالات جـــديدة لتماثليات جديدة . ويمكننا التفكير فى أن كل التماثليات الهامة فى الطبيعة قد نشأت من خلال سلسلة من التقاسيم الثنائية » .

بالطبع فقد كان من الممكن البدء فى العمل الحقيقى فى هذه القضايا بعد العودة من المؤتمر . ولقد ركزت جهودى فى جوتنجين على ايجـــاد « معادلة مجال » (Feldgleichung) تصف مجالا ماديا ذا تأثير متبادل داخلى والتى تمثل بقدر الامكان كل صفات التماثل التى توجد فى الطبيعة فى شكل محكم . وقد استخدمت كنموذج ذلك التأثير المتبادل المعطى تجريبيا لتحلل ــ بيتا والذى أخـــذ صورته النهائية المبسطة خـلال اكتشاف « لى ويونج » .

كان على فى نهاية خريف ١٩٥٧ القاء محاضرة حـــول مثل هذه المشكلات فى « جنيف » Genf وفى طريق عودتى قمت بالتوقف فى زيوريخ لفترة قصيرة ، وذلك للحديث مع فولفجانج حول محاولاتى المختلفة ، حيث شجعنى فولفجانج على الاســتمرار فى الســير فى هذا الاتجاه . لقد كان ذلك مهما للغاية بالنسبة لى ، وفى الأسابيع التالية فحصت لمرات متوالية الأشكال المختلفة التى نستطيع فيها تمثيل التأثير المتبادل الداخلى للمجال المادى . وفجأة ظهرت من خلال الصور المتضاربة معادله مجال ذات تماثلية عالية للغاية ، لم تكن فى تمثيلها أكثر تعقيدا من معادلة ديراك القديمة للاليكترون ، ولكنها احتوت الى جوار تركيب ــ الزمن ــ الحيز للنظرية النسبية أيضــا على التماثلية بين البروتون والنيوترون ، التى لعبت دورا هاما فى أحلامى فوق جبل الآلم المنحدر فى بافاريا . وللتعبير عن ذلك رياضيا ، فانها قد احتوت الى جـــوار

« مجموعة لورينتز » (Lorentzgruppe) على « مجموعة الأيزوسبين » (Isospingruppe) — وبالتالى فانها قد مثلت فعلا جزءا كبيرا جدا من الصفات التماثلية التى تظهر فى الطبيعة • حتى فولفجانج — الذى كتبت له عن ذلك — أبدى اهتمامه على الفور ، وذلك لأنه قد ظهر للمرة الأولى كما لو أننا قد وجدنا هنا الاطار ، التى يتسع بكفاية لاستيعاب كل الطيف المعقد للجسيمات الأولية وتأثيراتها المتبادلة وفى نفس الوقت يعتبر ضيقا بقدر كاف تعريف كل ما لا يتحتم ببساطة اعتباره « مساهم » (Kontingent) فى هذا المجال ومن ثم فقد قررنا سويا البحث فيما اذا كان من الممكن جعل هذه المعادلة أساسا «لنظرية المجال الموحد» • وقد أفصح فولفجانج عن أمله فى امكانية اضافة التماثليات الغائبة من خلال عملية التقسيم الثنائى •

فى كل خطوة خطاها فولفجانج فى هذا الاتجاه ازدادت دهشته أكثر فأكثر ولم أره فى حياتى كلها قبل ذلك أو بعد ذلك فى مثل هذه الحالة المثيرة حول عمليات فى علمنا • وبينما كان فى السنوات السابقة لذلك يقف متشككا وناقدا أمام كل المحاولات النظرية ، التى استندت فقط على نظام جزئى فى فيزياء الجسيمات الأولية وليس على علاقة الكل فى هذه الفيزياء ، فقد بدا هنا أنه قد عزم على التعبير شخصيا عن العلاقة الكبرى باستخدام معادلة المجال الجديدة • لقد كان لديه الأمل الثابت فى أن هذه المعادلة ، التى تعتبر فريدة فى بساطتها وتماثيلتها العالية ، لابد وأن تكون نقطة الانطلاق الصحيحة لنظرية المجال الموحد للجسيمات الأولية • حتى أنا كنت مفتونا من الاحتمالية الجديدة التى بدت وكأنها المفتاح الذى بحثنا عنه طويلا للباب الذى سد أمامنا الدخول الى عالم الجسيمات الأولية • بيد أننى رأيت أيضا مدى الصعوبات التى يجب التغلب عليها حتى الوصول الى الهدف المنشود •

قبل أعياد الميلاد لسنة ١٩٥٧ بفترة قصيرة وصلنى خطاب من فولفجانج يتضمن تفاصيل رياضية كثيرة يعبر عن نشوته الكبرى فى ذاك الأسبوع •

« ••• التقسيم الثنائى ونقص التماثل ، هذا هو لب الموضوع • ان التقسيم الثنائى يعد صفة قديمة للشيطان (فكلمة « الشك » (١) (Zweifel) تعنى فى البدء « تقسيما ثنائيا ») • يقول راهب فى

(١) المقطع الأول من كلمة Zweifel — أى Zwei يعنى ٢ باللغة الألمانية •

مسرحية لبرنارد شو (١) (Bernard Shaw) « لعبة ظريفة للشيطان من فضلك» (A fair play for the devil please) ولذلك لا يجب عليه أن فى أعياد الميلاد ٠ ان السيدين الالهيين ــ المسيح ، والشيطان يجب عليهما أن يلاحظا فقط ، أنهما قد أصبحا الآن أكثر تماثلية ٠ أرجو ألا تذكر هذه الدعابات أمــام أبنائك ، ولكن يمكنك روايتها على الرجـل الحر فون فايتسكر ــ لقد وجدنا أنفسنا أخيرا ٠ من أعمق أعماق القلب ، فولفجانج باولى » ٠

فى خطاب مرسل حوالى ثمانية أيام بعد ذلك كتب باولى « امنياتى الطيبة لك ولأسرتك فى العام الجديد ، الذى نأمل أن يأتى بالتفسير الوافى لفيزياء الجســـيمات الأولية » ٠ وقرب نهــاية الخطاب كتب فولفجانج :

« ان الصورة تتضح يوما بعد يوم ٠ كل شىء فى النهر لم ينشر بعد ، ولكنه سيصبح شيئا جميلا ٠ انه من غير المعروف بعد ، ما سوف ينتج عن هذا ٠ فلتأمل لى حظا سعيدا فى دراستى أثناء السير » ٠ ثم يستطرد قائلا : « لقد عادت البصيرة الى سجيتها ، والأمــل الى رعرعته ، لكم يتشــوق الانســان الى جداول الحيــاة ، آه ، بل الى ينابيعها ٠٠٠ فلتحى الفجر ، عندما تبدأ سنة ١٩٥٨ ، قبل شروق الشمس ٠٠٠ وكفى الآن ٠ ان الموضـــوع يعطى الكثير ٠ انك ستستنتج هذا الآن بنفسك ٠٠٠ لعلك قد لاحظت أن الموضـــوع قد انتهى ٠ لقــد كشف النقاب عن لبه الحقيقى ، وهـــو التقسيم الثنائى ونقص التماثلية ٠ لقد دخلت عليه بلا تماثليتى ــ وأعطيته لعبة ظريفة ٠٠٠ فأظهر كل شىء فيه ٠٠٠ والآن ، فى صحتك ، بمناسبة العام الجديد ٠ ان علينا أن نسير اليه ، ان الطريق طويل الى « تبيرارى » (٢) (Tipperaiy) ، ان الطريق أمامى ما زال طويلا ٠ من القلب ، فولفجانج باولى » ٠

بالطبع فقد احتوت هذه الخطابات على تفاصيل رياضية وفيزيائية كثيرة يصعب الحديث عنها هنا ٠

بعد بضعة أسابيع كان على فولفجانج أن يرحل الى أمريكا حيث التزم بالقاء محاضرات هناك لثلاثة أشهر ٠ لم تكن فكرة مريحة لى أن فولفجانج قد رغب أثناء هذه الحالة المثيرة لتطور لم يكتمل فى مواجهة الحياة الأمريكية المبنية على المنفعة البحتة ٠ لقــد حاولت أن أنهاه عن

---

(١) مؤلف مسرحيات انجليزى ايرلندى (١٨٥٦/٧/٢٦ ــ ١٩٥٠/١١/٢) ٠

(٢) مدينة فى ايرلندا ٠

القيـــام بالرحلة ، ولكن لم يكن من الممكن تغيير شيء في الخطط • لقد أعددنا مسودة لنشرة علمية مشتركة التي أرسلتها ـ كما هي العادة ـ الى بعض الأصدقاء والفيزيائيين المهتمين بهذا الموضوع • ولكن المحيط الأطلنطي الشاسع كان حائلا بيننا ، وقلت خطابات فولفجانج • لقد لاحظت فيها شيئا من اثار التعب والاحباط ولكن من ناحية المضمون نمسك فولفجانج بثبات في الاتجاه الذي شرع فيـه • وفجأة كتب لي، بطريقة فظة بعض الشيء انه ضد قرار التوقف عن المشاركة في الموضوع وفي النشرة العلمية • وأنه قد أخبر الفيزيائيين ، الذين حصلوا على نشرتنا العلمية المزعومة ، بأن مضمونها لم يعد يمثل رأيه الحـــالي • وقد ترك الحرية المطلقة لعمل ما أريد بالنتائج الحالية • وبذلك فقد انقطع تبادل الخطابات لوقت طويل ، ولم أتمكن من الحصول على أخبار من فولفجانج تفسر مغزى هذا التغيير • لقد خمنت ان غموض البناء الفكري للموضوع هو الذي قضى على شجاعة فولفجانج ، ولكن تصرفه لم يعد مفهوما لي • بالطبع فانني كنت أعي هذا الغموض ، ولكننا في الماضي كنا نتعاون أحيانا في الضباب في السير على طريق واحد ، وفي الواقع فقد بدا لي دائما أن هذا الجانب هو أهم جوانب البحث العلمي •

لقد قابلت فولفجانج مرة أخرى في مؤتمر عقد في جنيف في يوليو ١٩٥٨ ألقيت فيه محاضرة حول موقف تحليلنا لمعادلة المجال حيث اتخذ فولفجانج مني موقفا عدائيا تقريبا • لقد نقد تفصيلات في تحليلنا حتى هناك حيث بدا لي هذا النقـد مجحفا ولم يكن لديه اسـتعداد لمناقشة مشكلاتنا المشتركة • بعد بضعة أسابيع أخرى ، قابلته لوقت طويل في « فارينا » (Varenna) على « بحيرة الكومر »(Comer See) حيث تعقد الدراسات الصيفية في احدى الفيلات المطلة على البحيرة ، ولأن الموضوع يتعلق هذه المرة بفيزياء الجسيمات الأولية فقد دعتنا الجهات المقيمة على المؤتمر ، لقد قابلني فولفجـــانج هذه المرة بترحاب يشـبه أيامنا المنصرمة • ولكن بدا وكأنه قد تحول الى انسان آخر • لقد ذهبنا نصعد ونهبط فوق الصخور التي تفصل حديقة الفيلا عن البحر وجلسنا فوق المقاعد بين الأزهار هنـــاك ننظـر فوق لجـة المـاء على « الكاميلينا » (Kammlinie) للخيـــل الواقـع عـلى الجانب الآخـر ، عندئذ بدأ فولفجانج الحديث مرة خرى حول آمالنا المشتركة : « انني أعتقد ، أنه من الأفضل أن تستمر في العمل حول هذه القضايا • انك تعرف شخصيا مدى ما يجب عمله هناك وعلى مر السنين سيسير الركب الى الأمام • ربما يكون كل شيء الآن كما نأمل وربما تكون محقا لتفاؤلك • بيد أنني لا أستطيع المشاركة بعد ذلك • فلم تعد قواي كافية للقيام بهذا المجهود •

لقد اعتقدت فى أيام أعياد الميلاد السابقة أننى أستطيع العمل بكل قواى — كما كان الحال فى الماضى — والدخول الى عالم المشكلات الجديدة هذا ، ولكن ذلك لم يعد ممكنا • ربما توفق أنت الى هذا ، وربما يتمكن تلاميذك من ذلك • ويبدو أن لديك فى جوتنجين نخبة ممتازة منهم • لقد أصبحت متعبا الآن ويبدو انه يجب على الاكتفاء بذلك » •

لقد حاولت تعزية فولفجانج ، بأنه الآن قد إنخدع لأنه لم يعد من الممكن التقدم بسرعة كما كان يتوقع فى أعياد الميلاد وأنه بالعمل سيحصل مرة أخرى على القوة اللازمة • ولكنه لم يوافقنى على هـــذا • « لا ، ان حالى الآن قد اختلف جـــذريا عمـــا كان عليه فى الماضى » هكذا أجابنى •

لقد عبرت اليزابيث — التى صاحبتنى الى فارينا — عن قلقها العميق على صحة فولفجانج ، فقد كان لديها الانطباع أنه مريض للغاية • ولكننى لم استطع رؤية هذا •

لقد غدت الطرق المشتركة التى قطعناها فوق الأرض الخضراء فى فارينا شاهدا على آخر مقابلة بين فولفجانج وبينى • ففى نهاية عام ١٩٥٨ وصلتنى الأخبار المؤلمة • فلم تمض بضعة أيام حتى مات فولفجانج أثناء عملية جراحية مفاجئة • واننى لا أشك فى أن بداية مرضه قد حدثت فى تلك الأيام التى توقف فيها عن الأمل فى الانتهاء من نظرية الجسيمات الأولية ، ولكننى لا أجرؤ هنا على الحكم على العلة والفعل •

٢٠ ـ الجسيمات الأولية وفلسفة أفلاطون

(١٩٦١ ـ ١٩٦٥)

انتقل معهد ـ ماكس ـ بلانك للفيزياء والفلك ، الذى قمت ببنائه مع معانى بعد الحرب فى جوتنجين ، فى خريف ١٩٥٨ الى ميونخ ، وبهذا بدأت مرحلة جديدة فى حياتنا .

فى المبنى الواسع الجديد ، الذى بنى وفقا لخطط صديق قديم فى حركة الشبيبة ـ « زيب روف » Sep Ruf ـ فى شمال المدينة وعلى حافة الحديقة الانجليزية ، أخذ جيل جديد من الفيزيائيين الشبان على عاتقه سلسلة من الواجبات طرحها علينا تطور العلم آنذاك . لقد اهتم بالبحث فى ميـدان نظـرية المجال الموحد للجسيمات الأولية الفيزيائية « هانس ـ بيتر دورا » (١) (Hans-Peter Dur) ، الذى شب فى ألمانيا وقام بدراسته الجامعية فى الولايات المتحـدة الأمريكية ثم عمـل لوقت طويل كمعاون لادوارد نيلر فى كاليفورنيا ، والذى رغب فى العودة للعمل فى ألمانيا .

استطاع ادوارد عن طريق نيلر أن يكتسب بعض المعلومات حول مجموعتنا السابقة فى ليبزيج كما أنه تمكن من التأقلم على تقاليدنا فى

---

(١) ولد فى ١٩٢٩ .

ميونخ عن طريق أحاديثه مع كارل فريدريش الذى جاء لعدة أسابيع من كل خريف الى معهدنا وذلك كي لا يقطع الصلة بين الفيزياء والفلسفة . ومن ثم فقد تأتي لثلاثتنا فرصة التحاوز حول نظرية المجال الموحد بجوانبها الفلسفية والفيزيائية فى حجرة عملى فى المعهد الجديد .

كارل : « هل استطعتما احراز تقدم فى نظريتكما للمجال الموحد فى العام المنصرم ؟ اننى لا أريد البدء على الفور بالقضايا الفلسفية التى تهمنى فى الواقع بالدرجة الأولى . ولكن . على كل حال فان النظرية جزء من الفيزياء ، ولابد أنها تثبت نفسها فى التجارب ، أو أنها ستنفذ بواسطتها . واذن فهل هناك خطوات تقدمية يمكنكما توضيحها لى ؟ . اننى أريد أن أعرف على وجه الخصوص ما اذا كنتما قد استطعتما الوصول الى شيء جديد بصدد الموضوع العام المتعلق « بالتقسيم الثنائى » و « نقص التماثلية » » .

دور : « اننا نعتقد أننا قد فهمنا الآن التقسيم الثنائى على الأقل فى حالة تماثلية اليمين واليسار . وهو يحدث بالفعل أولا من خلال أن الكتلة فى النظرية النسبية لابد وأن تعطى بمعادلة من الدرجة الثانية لها حلان اثنان ، ولكن نقص التماثلية يعتبر فى الحقيقة أكثر أهمية . فهناك يبدو أن هذا النقص يرتبط بعلاقات عامة وهامة للغاية لم نأخذها فى اعتبارنا حتى الآن .

فعندما تظهر صفة التماثل الحادة للقوانين الطبيعية مضاربة فقط فى طيف الجسيمات الأولية ، فان ذلك يمكن أن يحدث فقط من خلال أن العالم أو الكون ، واذن كل ما هو فى الخفاء ، الذى تنشأ منه الجسيمات الأولية ــ أقل تماثلية من القوانين الطبيعية ، وهذا يعتبر محتملا قطعيا وهو يتوافق مع معادلة المجال المتماثلة . وعندما يقع هذا الموقف ، فانه من الضرورى استنتاج حتمية وجود قوى طويلة المدى أو جسيمات أولية عديمة الكتلة ، واننى لا أريد هنا تقديم البرهان على ذلك . ربما يمكننا بهذه الطريقة فهم الديناميكا الالكترونية . وكذلك فمن الممكن أن ينشأ التثاقل بهذه الطريقة ، واننا لنأمل فى امكانية الوصول من هذا الوضع الى الفروض المبدئية (Ansatze) التى أراد أينشتين أن يتخذها أساسا لنظريته للمجال الموحد » .

كارل : « انك تفترض اذن أن شكل الكون لم يتحدد تماما بعد بواسطة معادلة المجال . وعليه فمن الممكن أن تتواجد أشكال مختلفة للكون تتوافق مع هذه المعادلة ، ان هذا سيعنى بالقطع أن النظرية تتضمن

عنصرا طارئا (Kontingent) ، وهذا يعنى ، أن « الصدفة » ، أو على الأصح « ما هــو فريد » وغير قابل للتفســير ، تلعب دورا فيها . واذا نظــرنا الى موقف الفيزياء الحالية فان ذلك لا يعتبر مدعاة للدهشة ، لأن الشروط الابتدائية لم تتحدد فيها أيضا من خلال القوانين الطبيعية بل انها « طارئة » ، اى أنها يمكن أن تكون شروطا أخرى أيضا .

ان النظرة على الهيكل الحالى للكون ، أى على العدد اللامحدود من المجرات وعلى توزيع النجوم الغير منظم اطلاقا تجبرنا على التفكير بأنها يمكن أن تكون مختلفة عن ذلك أيضا ، وان عدد النجوم وأوضاعها ، وعدد وحجم المجرات يمكنها أن تحصل على قيم أخرى دون أن يؤدى ذلك الى عالم جديد له قوانين طبيعية أخرى . وانه لمن حسن الحظ ان طيف الجسيمات الأولية لا يعتمد على تفاصيل العلاقات الكونية ، بيد أنك تعنى أن صفات التماثل العامة للكون تؤثر عكسيا بالفعل على هذا الطيف . وربما يمكننا تمثيل مثل هذه الصفات ـ تماما كما هو الحال فى النظرية النسبية العامة ـ عن طريق نماذج مبسطة للكون ، كما أن معادلة المجال المعتبرة ستسمح مؤكدا بنمــاذج معينة وتمنع نمــاذج أخرى . ان طيف الجسيمات الأولية يمكن أن يكون بالنسبة لكل من هذه النماذج المحتملة شيئا مختلفا عن الآخــر . ومن ثم فانك تستطيع القيــام باستنتاجات حــــول تماثلية الكون بناء على طيف الجســيمات الأولية » .

دور : « نعم ، بالتحديد هو أملنا . لقد تبنينا مثلا ـ منذ بعض الوقت ـ خروجنا حول صفات التماثل هذه فندتها بعد ذلك التجارب المختلفة حول بعض الجسيمات الأولية ، وقد وجدنا عندئذ فروضا أخرى تتلاءم مع النتائج العملية . وانه ليبدو الآن أننا نستطيع فهم كل الديناميكا الاليكترونية بناء على لا تماثلية الكون بالنسبة لتبادل البروتون والنيوترون ، أو بشكل عام بالنسبة لمجموعة الأيزوتسبين . واذن فأن نظرية المجال الموحد تملك فى هذا الموضع مرونة كافية لتنظيم الظواهر التكرارية المشاهدة فى العلاقات الشاملة » .

كارل : « لو تابعنا التفكير فى هذا الاتجاه ، فاننا نصل الى سؤال هام جدا وصعب للغاية . اننى أعتقد أنه يجب علينا التفرقة من الناحية الأساسية بين « ما هو فريد » و « ما هو واقع بالصدفة » وذلك لأن الكون يوجد مرة واحدة . واذن تقوم فى البداية قرارات فريدة

حول صفات تماثل الكون · بعد ذلك تتكون مجرات كثيرة ونجوم كثيرة ، وذلك لان هناك قرارات مماثلة تحدث باستمرار يمكننا اعتبارها واقعة بالصدفة نظرا لكثرتها ولقابلية تكرارها · وأنه فقط لدى هذه القرارات تصبح قواعد التكرار فى ميكانيكا الكم مؤثرة · بالطبع فان استعمال مفهوم الزمن فى التعبير بين « فى البداية » و « بعد ذلك » يعتبر معقدا ، وذلك لأن مضمون هذا المفهوم يتحدد أولا من خلال نموذج الكون ، ولكن ربما لا يجب علينا الحديث حول هـذا الآن · وينتمي الى القرارات الفريدة التى تقع فى البـداية القوانين الطبيعية ذاتها التى تريدون وصفها فى معادلتكم للمجال · وذلك لأننا يمكننا أن نسأل لماذا تأخذ القوانين الطبيعية هذا الشكل وليس شكلا آخـر ، تماما كما يمكننا السؤال لماذا يأخـذ الكون صفات التماثل هذه ولا يأخذ صفات أخرى · وربما لا توجد اجابة على مثـل هذه الأسـئلة · غير أننى لا أتصـور التسليم بمعادلتكم للمجال حتي ولو كانت متميزة فى تماثليتها العالية وبساطتها عن كل الأشـكال المحتملة الأخـرى · وربما يمكن اعطـاء معنى عميق لمعادلتكم للمجـال من خـلال عملية باولى للتقسيم الثنائى ونقص التماثلية » ·

هيزنبرج : « بالتأكيد ، فأنا لا أريد استثناء ذلك ، ولكنى أريد فى هذه اللحظة التركيز بعض الشيء على تفرد القرارات الأولى · ان هذه القرارات تثبت التماثليات مرة واحدة والى الأبد ، انها تضع الأشكال التى تحدد الأحداث المستقبلية على نطاق واسع · « فى البدء كان التماثل » ، ان هذا أصـح بالتأكيد من المزعـم الديموقراطى : « فى البدء كان الجسيم » · ان الجسيمات الأولية هى تجسيم للتماثليات ، بل انها تعد أسهل تمثيل لها ، ولكنها قبل كل شيء نتيجة للتماثليات ، بينما تلعب الصدفة دورها فى تطور الكون فى وقت متأخر · ولكن حتى الصدفة تخضع للأشكال المحددة فى البدء ، وهى تحقق قوانين التكرار فى نظرية الكم · وهذه اللعبة يمكن أن تتكرر فى التطورات المتأخرة التى تزداد باستمرار فى تعقيدها · ويمكن أن تتكون أشكال مرة أخرى خلال قرارات فريدة التى من شأنها تحديد الأحداث التالية على نطاق واسع · ويبدو أن هذا ما حدث تماما فى نشأة الكائنات الحية مثـلا ، واننى أعتبر أن اكتشافات البيولوجيا العصرية تزودنا هنا بدروس هامة · لقد هيأت الظروف الجوية والجيولوجية المميزة لكوكبنا امكانية حدوث تفاعلات الكربون ، التى تسمح بتكوين جزئيات متسلسلة يمكن تخزين

معلومات معينة فيها • ولقد ثبت أن « حامض النيوكليك(١) » يعتبر مخزنا ملائما للمعلومات التى تؤدى الى بعض المقولات حول تركيب الكائنات الحية • فى هذا الموضع وقع قرار فريد وبث شكل معين يحدد كل البيولوجيات التالية • بيد أن الصدفة تلعب دورا هاما فى هذا التطور المتأخر • فلو سيطرت نفس الظروف الجوية والجيولوجية الأرضية فوق أى كوكب آخر ينتمى الى مجرة اخرى وأدت تفاعلات الكربون هناك الى بناء سلسلة حامض النيوكليك ، فاننا – بالرغم من ذلك – سوف لا نستطيع فرض أن نفس الكائنات التى تحيا فوق أرضنا ستنشأ هناك أيضا • ولكن يمكننا القول أنها ستتكون وفقا لنفس التركيب الأساسى لحامض النيوكليك • اننى لا أستطيع فى هذا الصدد تحاشى التفكير فى تصور جوتة للعلوم الطبيعية ، الذى أراد أن يشتق علم النبات كله من النبات الأولى • ان النبات الأولى هنا يجب أن يمثل موضوعا ، ولكنه يعنى أيضا فى نفس الوقت التركيب الأساسى الذى بنيت وفقا له جميع النباتات • وبناء على فكرة جـوتى هذه يمكننا اعتبـار حامض النيوكليك الكائن الحى الأولى ، وذلك لأنه من ناحيـة ما يعتبر موضـوعا ، ومن ناحية أخرى يمثل التركيب الأسـاسى لكل البيولوجيا •

وعندما نتحدث هـكذا فاننا نكون قد انغمسنا فى الفلسـفة الأفلاطونية • اننا نستطيع المقارنة بين الجسيمات الأولية والأجسام القياسية فى محاورة أفلاطون « تيمايوس » • انها تمثل الصور الأولية بل أفكار المادة • واذن فان حامض النيوكليك يعتبر فكرة الكائن الحى •

وهذه الصور الأولية تحدد كل الأحداث التالية • انها تعتبر دلائل وممثلات (Representanten) لنظام المركزى • واذا كانت الصدفة تلعب أيضا فى وقت متأخر دورا هاما فى تطور فيض التكوينات ، فانها من الممكن أن تكون راجعة بطريقة ما الى النظام المركزى » •

كارل : « اننى لست راضيا عن التعبير « بطريقة ما » فى هذا الموقع • هل تستطيع توضيح ما تعنيه هنا بدرجة أكبر ؟ هل تعتبر فى رأيك هذه الصدفة بلا مغزى تماما ؟ وهل هى تعرض فقط ما تعبر عنه رياضيا قوانين نظرية الكم حول التكرار ؟ ان ما تقوله يرن أحيانا كما لو كنت تعتبر فوق كل ذلك امكانية وجود علاقة ما مع

(١) أحد المركبين الأساسيين فى تكوين أى خلية حية •

الكل ، الذى يمكننـــا القــول عنـــه أنه يعطى مغزى لكل الوقائع المفردة » ٠

دور : « ان كل انحـراف عن قواعــد التكرار المنبعثة من ميكانيكا الكم سيجعل السؤال حول السبب الذى يجب من أجله أن تنتظم الظواهر التكرارية فى نطاق نظرية الكم غير مفهوم ٠ واذن فينبغى علينـــا اعتبار مثل هذه الانحرافات غير ممكنة البتة بناء على التجارب المتوفرة حتى الآن ٠ ولكن ربما أنك أيضا لم تفكر فى هذا أبدا ٠ وقــد يستهدف السؤال أحداثا أو ظواهر تعتبر فريدة وفقا لجوهرها ، أى أن الأمر لا يتعلق فيها بتكرارات معينة ٠ بيد أن كلمة « مغزى » التى استخدمتها فى صياغتك تجعل هــذا الســؤال مستحيلا بعض الشىء بالنسبة للعلوم الطبيعية » ٠

وهنا انقطع الحديث فى هذا الموضع ، ولكننا استطردنا بعد بضعة أيام فى مناقشات كنت فيها مستمعا فقط ٠ لقد كرس فى ذلك الحين كل من «كونراد لورينتز» (١) (Konrad Lorenz) و « ايريش فون هولرت » (Erich von Holst) (٢) ومعاونيهما أنفسهم فى معهـــد ــ ماكس بلانك « لأبحاث التصرف» (Verhal tensforschung) القائم الى جوار بحيرة محاطة بالغابات تقع فى منطقة التلال بين « بحيرة شتارنبرج » و « بحيرة الأمر » (Ammer see) ــ لدراســة تصرف عــالم الحيـــوان فى بيئتهم ، حيث كانوا يتحدثون ــ وهذا هو عنوان أحد كتب لورينتز ــ مع البهائم ومع الطيور والاسماك ٠ وقد عقدت فى معهدهم فى الخريف التالى اجتماعات منتظمة قام فيها بعض البيولوجيين والفلاسفة والفيزيائيين والكيمائيين بمناقشة القضايا الأساسية للبيولوجيا وخصوصا تلك المتعلقة بنظرية المعرفة ــ وقد أطلقنا على هذه الاجتماعات من باب الهزل اسم « اجتماعات ــ الجسد والروح » ٠ وقد اشتركت من جانبى فى هذه المحاورات من آن لآخر كمستمع فقط تقريبا لعدم المامى بالبيولوجيا ٠ ولكننى حاولت أن أتعلم شيئا من مناقشات البيولوجيين ٠ واننى لأتذكر ذلك اليوم الذى دار فيه الحديث حول الشكل العنصرى لنظرية داروين ، أى « التغيرات المبنية على الصدفة وعملية الانتقاء (Zufallige Mutationen und Selektionen) حيث عرض الحاضرون ــ من أجل تأسيس هذا العلم ــ المقارنة التالية : ان نشأة الأنواع تتم تماما مثل نشأة المعدات الانسانية ٠ وعلى هذا فقد لزم للانتشار فوق الماء اختراع مركب التجديف أولا ، وأن البحـيرات

---

(١) نمساوى الأصل (١٩٠٣/١١/٧ ــ) جائزة نوبل فى الطب ١٩٧٣ ٠

(٢) (١٩٠٨/١١/٢٨ ــ ١٩٦٢/٥/٢٥) ٠

وشواطىء البحار سكنت بمراكب التجديف • ثم أتى انسان بعد ذلك بفكرة استخدام قوة الريح خلال الشراع ، ومن ثم استطاعت المراكب الشراعية الانتشار فى رقعة أكبر من المياه بالمقارنة بمراكب التجديف • بعد ذلك أنشئت الميكنات البخارية ، وتمكنت السفن البخارية من السفر على كل البحار والمحيطات وضاق الطريق على المراكب الشراعية • كما أن نتائج المحاولات الفاشلة تستبدل دائمـا عن طريق التكنولوجيـا سريعة التطور • ففى تكنولوجيـا الانارة مثـلا أمكن بسرعة احـلال « مصـباح نرنست » (١) بمصباح الضوء العادى • وبالمثل يمكننا أيضا تصور عملية الانتقاء بين الأنواع المختلفة للكائنات الحية • ان التغيير يتم بالصدفة البحتة ، تماما كما تقضى نظرية الكم ، كما أن عملية الانتقاء تقوم بالغاء معظم محاولات الطبيعة هذه • وفقط فان أشكالا قليلة تظل باقية ، تلك التى تحافظ على وجودها ضد المؤثرات الخارجية •

عندما حاولت التفكير فى المقارنة السابقة خطر لى أن عملية التطور التكنولوجى تتناقض فى نقطة حاسمة مع نظرية داروين ، وذلك هناك حيث تلعب الصدفة فى نظرية داروين دورها • ان الاختراعات الانسانية المختلفة لا تنشأ بالصدفة ولكن من خلال « نية » وتفكير الانسان • لقـد حاولت أن أصور لنفس النتائج المترتبة على أخذ هذه المقارنة مأخذا جادا ، ومعرفة ما سيظهر مثلا عند موضع موقع الصدفة الداروينية • هل يمكننا بناء شىء هنا على مصطلح « النية » ؟ فى الواقع فاننا نعرف فقـــط لدى الانسان ما يعنيه هذا المصطلح • وعند الضرورة ربما نستطيع الحديث عن أن الكلب ، الذى يقفز فوق منضدة بالمطبخ ، لديه « النية » فى التهام قطعة من اللحم • ولكن هل لدى ذلك النوع من البكتريا ، الذى يتغذى على البكتريوم ، « النية » للدخول فيه من أجل التكاثر ؟ ولو كان لدينا الاستعداد هنا للاجابة « بنعم » ، فهـل يمكننا القـــول بأن التركيب الوراثى (Genstruktur) لديه « النية » للتغيير بحيث يتـــلاءم مع ظروف البيئة المحيطة به ؟ من الواضح أننا نسىء هنا اســـتغلال كلمـة « نية » • ولكن ربما يمكننا اختيار التعبير الحذر التالى للسؤال : هـل يمكن « لما هو محتمل » (das Mogliche) أى الهدف المطلوب الوصول اليه ، التأثير على خط السير المسبب ؟ بهذا نكون قد دخلنا تقريبا فى اطار نظرية الكم ، وذلك لأن دالة الموجه فى نظرية الكم تمثـل ما هو محتمل وليس ما هو واقع بالفعل • وبمعنى آخر : ربما تكون الصدفة ، التى تلعب دورا هاما فى نظرية داروين ، تمثل شيئا أكثر تعقيدا ممـا نتصور ، وذلك لأنها تنتظم تحت قوانين ميكانيكا الكم •

---

(١) نسبة الى Walter Nernst (١٨٦٤/٦/٢٥ – ١٩٤١/١١/١٨) •

لقد انقطعت هذه السلسلة من الأفكار من خلال ظهور آراء مختلفة للغاية فى المناقشة حول أهمية نظرية الكم فى البيولوجيا • وكان سبب هذا التضارب فى الآراء يرجع بوجه عام الى أن معظم البيولوجيين يسلمون بأن وجود الذرات والجزيئات يمكن أن يفهم فقط عن طريق نظرية الكم • بيد أنهم اعتبروا الذرات والجزيئات — التى تمثل أحجار البناء لدى الكيمائيين والبيولوجيين — عدا ذلك موضوعات للفيزياء الكلاسيكية ، واذن فقد تصرفوا معها مثل الأحجار أو حبات الرمل • وقد يؤدى مثل هذا الاجراء غالبا الى نتائج صحيحة ، ولكن عندما يتوجب علينا اعتباره بصورة أدق فان التركيب المجرد لنظرية الكم يعد مختلفا تماما عن ذلك الخاص بالفيزياء الكلاسيكية • واذن فاننا قد نتوصل من حين لآخر الى نتائج خاطئة للغاية عندما نفكر بمصطلحات الفيزياء الكلاسيكية • ولكن لا يجب هنا الاستطراد فى الحديث عن هذا الجزء من المناقشات فى اجتماعات — الجسد والروح •

تكونت فى معهدى بميونخ مجموعة من الفيزيائيين الشباب استمرت فى العمل حول المشكلات المطروحة من نظرية المجال الموحد للجسيمات الأولية • لقد أصبحت المناظرات الحادة التى أمسكت علينا أنفاسنا فى السنوات الأولى لا تزيد عن أحاديث هادئة • وصار من المهم بناء النظرية خطوة خطوة ورسم صورة متعلقة بالظواهر التكرارية المختلفة فى نطاقها بقدر ما هو ممكن •

زودتنا التجارب التى أجريت بواسطة أجهزة التعجيل فى جنيف وفى « بروكهافين » Brookhavfn ببيانات جديدة حول تفاصيل طيف الجسيمات الأولية ، وكان لابد علينا من اثبات أن هذه النتائج تتلاءم مع مقولات النظرية • وبنفس القدر ، الذى أخذت به نظرية المجال الموحد شكلا فيزيائيا مفهوما على مر السنين ، ازداد اهتمام كارل فريدريش بأساسها الفلسفى • ولم يكن المزعم القديم لباولى : أى التقسيم الثنائى ونقص التماثلية ، قد نضب بعد • وكان المثل الذى عرضه دور لتماثلية اليمين واليسار يعتبر فقط حالة خاصة لم يكن من الممكن فيها التعرف على الجوانب الهامة للمشكلة • بيد أن كارل فريدريش حاول بجدية الوصول الى جذور هذه المشكلة •

لم تتغير لقاءاتنا أثناء هذه السنوات فى أورفيلد ، فبعد أن غدت أيامنا أكثر هدوءا وسلاما ، أصبح من الممكن لنا التردد على بيتنا بجوار بحيرة الفالشين فى معظم عطلات نهاية الاسبوع وفى أشهر الأجازات • وكلما جلسنا فى شرفة البيت تلألأت أمامنا البحيرة والتلال وراءها التى انعكست فى لوحات لوفيز كورنت قبل أربعين سنة من الآن ، ولكن قلما

اختفت من أمامى الصــورة الأخرى للأيام الأخيرة من الحرب المنصرمة : حيث ركع الضابط الأمريكى باش ممسكا بمدفعه خلف جدران الشرفة وانطلقت من الشارع الطلقات النارية الى أعلى ، وكان على الأطفال أن يقبعوا خلف الستائر الرملية فى السرداب انتظارا لما سيحدث بعد ذلك • ولكن الأوقات المضطربة كانت قد ولت واستطعنا فى هدوء تأمل القضايا الكبرى التى طرحها أفلاطون ، والتى ربما قد وجدت حلولها فى فيزياء الجسيمات الأولية •

لقد أوضح لى كارل فريدريش ــ الذى واظب على زيارتنا ــ الأفكار الأساسية لمحاولته :

كارل : « كل التأملات حول الطبيعة لابد وأن تتم فى نطاق حركة دائرية أو لولبية ، وذلك لأننا نستطيع فقط فهم شىء ما عن الطبيعة عندما نتأملها ، كما أننا ننطلق بكل طرق تصرفاتنا ، بما فى ذلك التفكير ، من تاريخ الطبيعة ، واذن فاننا نستطيع من الناحية الأساسية البدء من أى موضع معين • بيد أن فكرنا قد خلق بحيث انه يبدو من الملائم البدء بالأسهل ، كما أن الأسهل هو خيارنا : نعم أم لا ، نكون أو لا نكون ، الخير أو الشر • وطالما نفكر فى مثل هذا الاختيار ، كما يحدث فى كل يوم ، فانه لن ينشأ شىء آخر عنه • ولكننا نعرف من نظرية الكم أنه فى الاختيار لا توجد فقط الاجابات نعم ولا ، ولكن أيضا اجابات تكميلية أخرى تحددت بها احتمالية نعم ولا ، وبالاضافة الى ذلك فان هناك نوعا من التداخل بين نعم ولا قد تعين وهو يملك « قيمة مقولية » (Aussagewert) • واذن فان هناك عددا كبيرا من الاجابات المحتملة • ومن الناحية الرياضية فان الموضوع هنا يتعلق بمجموعة مستمرة من التحويلات الخطية لمتغيرين تخيليين وهــذه المجمــوعة تحتــوى على مجمــوعة لورينتز الخاصة بالنظرية النسبية • واذا سألنا عن أى من هــذه الاجابات المحتملة وما اذا كانت تقع أولا ، فاننا بذلك نطرح أسئلة حول الحيز الذى يرتبط فعلا ب « كونتينيوم ــ الحيز ــ الزمان (laum-Zeit-Kontinuum) للكون الفعلى • وبهذه الطريقة فاننى أحاول تكوين تركيب المجموعات (Gruppenstruktur) الذى أثبتماه فى معادلتكما للمجال الموحد والذى ينتصب به العالم على نحو ما ، من خلال طبقات متراكمة من الاختيارات » •

هيزنبرج : « انك اذن تضع قيمة لأن التقسيم الثنائى ، الذى تحدث عنه باولى ، لا يعتبر تقسيما ثنائيا وفقا لمنطق أرسطو ، ولكن ان التكاملية تتدخل هنا فى نقطة حاسمة • ان التقسيم الثنائى بالمغزى

الارسطوطاليسى يعتبر بحق — كما كتب لى باولى — صفة من الشيطان ، انه يؤدى من خلال تكرارات مستمرة الى الخراب • ولكن الاحتمال الثالث الذى يظهر مع مبدأ التكاملية فى نظرية الكم ، يمكن أن يكون مثمرا ويؤدى فى التكرار الى حيز الكون الفعلى • وفى الواقع ، فان العدد « ثلاثة » يرتبط فى الخرافات القديمة بالمبدأ الالهى • واننا لنستطيع هنا ، بدلا من الرجوع الى الخرافات القديمه ، التفكير فى الخطوات الثلاثة للفيلسوف هيجل : « مزعم — ومزعم مضاد — ومزعم اعلى (These-Antithese-Synthese) » • ان المزعم الأعلى لا يمكن أن يكون فقط تجمعا ، وحلا وسطا مزعم ومزعم مضاد ، ولكنه يكون مثمرا فقط عندما يتلون من المزعم والمزعم المضاد شيء جديد بذاته » •

كارل : « نعم ، ان هذه افكار فلسفية عامة وجميلة ، ولكننى أريد معرفة هذا بدرجة أدق من ذلك • واننى لا تمنى فى الواقع ، أن نستطيع الوصول بهذه الطريقة الى القوانين الطبيعية الحقيقيه • ان معادلتكما للمجال الموحد — التى لا نعرف منها بالتأكيد ، ما اذا كانت تمثل الطبيعة بحق — تبدو وكأنها تنبع من فلسفة الاختيارات هذه • ولكن يتحتم علينا اثبات ذلك بدرجة الحدة الرياضية المعتاد » •

هيزنبرج : « انك تريد اذن بناء الجسيمات الأولية ، وبالتالى الكون ، من الاختيارات بنفس الطريقة التى بنى بها أفلاطون الأجسام القياسية ، وبالتالى الكون ، باستخدام المثلثات • ان الاختيارات تعتبر غير مادية تماما مثل المثلثات فى تيمايوس الأفلاطونية • ولكننا لو تبنينا منطق نظرية الكم ، فان الاختيارات تعد شكلا أساسيا ينشأ من الأشكال الأساسية المعقدة من خلال التكرار • واذن فان الطريق — حسب ما فهمته منك — يؤدى من الاختيارات الى مجموعة تماثل ، أى الى صفة ما ، وكل صفة أو صفات تمثل بالأشكال الرياضية التى تصور الجسيمات الأولية ، وهى أفكار الجسيمات الأولية التى يناظرها فى النهاية الجسيم الأولى من الناحية الموضوعية • ان هذا البناء العام مفهوم لى تماما • وأيضا فان الاختيار يعتبر بالتأكيد تركيبا جوهريا أكثر لتفكيرنا بالمقارنة بالمثلثات •

بيد أننى أتصور أن التنفيذ الدقيق لهذا البرنامج يعتبر صعبا للغاية ، وذلك لأنه يتطلب تفكيرا ذا درجة عالية من التجريد لم يظهر حتى الآن فى الفيزياء • واننى أعتقد أننى لا استطيع القيام

به الآن • ولكن الأجيال الجديدة يمكنها التفكير المجرد بطريقـــة أسهل واذن فعليك محاولة هذا مع معاونيك » •

وهنا تدخلت اليزابيث في الحديث الذى كانت تستمع اليه من بعيد •

اليزابيث : « هل تعتقدان أن الأجيال الجديدة يمكنها الاهتمام بمثل هذه القضايا الصعبة ؟ لو أننى انطلقت مما تقولانه من آن لآخر حول الفيزياء فى مراكز الأبحاث الكبرى أو فى أمريكا ، فانه يبدو كما لو كان الاهتمام – وخصوصـــا لدى الشباب – يتركز فقط على التفاصيل ، وكما لو كانت العلاقات الكبرى قد صارت نوعا من المحرمات ، لا يجب على الانسان الحديث عنها ، أليس من المحتمل أن يصبح الحال هنا كما كان الحال فى الفلك فى العصور القديمة ، حين اكتفى الانســـان بحساب خسوف القمر وكسوف الشمس عن طريق تراكمات من الدوائر والقطع الناقصة ، ونسى النظام الكوكبى لأريستارخ ؟ أليس من المحتمل أن يخبو الاهتمام بقضاياكما العامة تماما ؟ » •

هيزنبرج : « ان الاهتمام بالتفاصيل يعتبر عملا حسنا وضروريا ، وذلك لأننا نريد فى النهاية معرفتها بالفعل • وانك لتذكرين أن نيلز بوهر كان يردد دائما : « ان الفيض فقط يؤدى الى الوضوح » ، وحتى بالنسبة للمحرمات (١) فاننى لست مطمئنا ، وذلك لأن تحريم شيء ما لا يتم من أجل منعنا من الحديث عنه ، ولكن من أجل حمايته من الثرثرة والعبث • ومنذ القدم فان تأسيس محرم ما كان يتم كما قال جوتى : « لا تقل هذا لأحد ، بل للحكماء فقط ، وذلك لأن العـــامة سيسخرون منه على الفور ••• » • واذن فلا يجب على الانسان أن يخشى هذا الحرام (٢) • وسوف يوجد على الدوام الشباب المتفتح ، الذى يتأمل أيضا العلاقات الكبرى ، وذلك لأنه يريد أن يكون صادقا مع نفسه حتى اللحظة الأخيرة • وبالطبع فان عدد هؤلاء الشبان ليس مهما البتة » •

ان من يتأمل فلسفة أفلاطون يعرف أن الكون يتحدد من خـــلال الصور ، ومن ثم يجب هنا انهاء عرض المحاورات من خلال صورة تركت فى نفسى أثرا لا ينسى بوصفها علامة على السنوات المتأخرة بمدينة ميونخ • لقد رحلنا نحن الأربعة ، اليزابيث ، وولداى الكبيران وأنا ، خلال المزارع

---

(١) المقصود هنا تحريم التفكير فى تركيب الكون والروابط بين مكوناته •

(٢) أى لا يخشى الخوض بعمق فى التفكير فى الكون والروابط بين مكوناته •

المزدهرة فوق المنطقة الجبلية بين بحيرة شتارنبرج وبحيرة الأمر في الطريق الى « زيفيزين » ، وذلك لزيارة ايريش فون هولزت في معهد ـ ماكس ـ بلانك لأبحاث التصرف •

لم يكن ايريش بيولوجيا ممتازا فحسب ، ولكن أيضا صانعا ماهرا لآلات الكمان والفيولا ، وقد أردنا تلقى النصح منه حول آلة موسيقية معينة • لقد أحضرا ولدى آلاتى الكمان والشيلو معهما وذلك لاستخدامهما اذا سنحت الفرصة بذلك • صحبنا فون هولزت في جولة في بيته الجديد الذى خططه وأثثه بلمساته الفنية والحيوية الخاصة ، ثم قادنا الى حجرة المعيشة الفسيحة التي امتلأت بأشعة الشمس النافذة بقوة من أبوابها الواسعة • وكلما ألقيت البصر الى الخارج شعرت وكأننى أسبح فوق اللجة الخضراء الزاهية تحت السماء الزرقاء بينما تطوف أمامى أسوار المعهد فى الهواء •

أحضر فون هولزت آلة الفيولا وجلس بين الولدين ثم بدأ يعزف معهما «سيرنادا مقام» D «لبيتهوفن» التى انبعثت من نغماتها نشوة الفرح والحيوية التى تفوقت فيها الثقة بالنظام المركزى على مظاهر الاحباط والتعب • وتكشفت فيها بالنسبة لى ـ كلما زدت من سماعها ـ صحوة الضمير بأنه فى الزمن المكتوب سيستمر التقدم الى الأمام فى الحياة وفى الموسيقى وفى العلم ، حتى وان كنا نحن نؤثر باستمرار لوقت قصير ـ كما قال بوهر ـ كمشاهدين وممثلين فى نفس الوقت فى مأساة الحياة الكبرى •

فهرس الحاصلين على جائزة نوبل فى الفيزياء : (١٩٠١ - ١٩٧٢)

السنة	الاسم		الجنسية	تاريخ الميلاد	تاريخ الوفاة
١٩٠١	فيلهلم كونراد رونتجين	Wilhelm Conrad Rontgen	المانى	١٨٤٥/٣/٢٧	١٩٢٣/٢/١٠
١٩٠٢	هيندريك انطون لورينتز	Hendrik Antoon Lorentz	هولندى	١٨٥٣/٧/١٨	١٩٢٨/٢/٤
	بيتر تزيمان	Pieter Zeeman	هولندى	١٨٦٥/٥/٢٥	١٩٤٣/١٠/٩
١٩٠٣	هينرى بيكريل	Henri Becquerel	فرنسى	١٨٥٢/١٢/١٥	١٩٠٨/٨/٢٥
	بيرى كورى	Pierrè Curie	فرنسى	١٨٥٩/٥/١٥	١٩٠٦/٤/١٩
	مارى كورى	Marie Curie	مجرية فرنسية	١٨٦٧/١١/٧	١٩٣٤/٧/٤
١٩٠٤	جون فيلهلم سترط رايلى	John Wilhelm Strutt Rayleigh	انجليزى	١٨٤٢/١١/١٢	١٩١٩/٦/٣٠
١٩٠٥	فيليب لينارد	Philipp Lenard	المانى	١٨٦٢/٦/٧	١٩٤٧/٥/٢٠
١٩٠٦	جوزيف جون طومسون	Joseph John Thomson	انجليزى	١٨٥٦/١٢/١٨	١٩٤٠/٨/٣٠
١٩٠٧	البرت ميكلسون	Aebert Michelson	امريكى	١٨٥٢/١٢/١٩	١٩٣١/٥/٩
١٩٠٨	جابريل ليبمان	Gabriel Lippmann	لوكسمبرج	١٨٤٥/٨/١٦	١٩٢١/٧/١٣
١٩٠٩	كارل فيرديناند براون	Karl Ferdinand Braun	المانى	١٨٥٠/٦/٦	١٩١٨/٤/٢٠
	جوجليلمو ماركونى	Guglielmo Marconi	ايطالى	١٨٧٤/٤/٢٥	١٩٣٧/٧/٢٠
١٩١٠	يوهانس ديديريك فان ديرفالز	Johannes Diderik vander Waals	هولندى	١٨٣٧/١١/٢٣	١٩٢٣/٣/٨
١٩١١	فيلهلم فين	Wilhelm Wien	نمساوى	١٨٦٤/١/١٣	١٩٢٨/٨/٣٠
١٩١٢	نيلز جوستاف دالين	Nils Gustav Dalin	سويدى	١٨٦٩/١١/٣٠	١٩٣٧/١٢/٩٠
١٩١٣	هايكى كامرلنج - اونز	Heike Kamerlingh Onnes	هولندى	١٨٥٣/٩/٢١	١٩٢٦/٢/١٢
١٩١٤	ماركس فون لاوى	Marx Von Laue	المانى	١٨٧٩/١٠/٩	١٩٦٠/٤/٢٤
١٩١٥	ويليم هينرى براج	William Henry Bragg	انجليزى	١٨٦٢/٧/٢	١٩٤٢/٣/١٢
	ويليم ل. براج	William L. Bragg		١٨٩٠/٣/٢١	١٩٧١/٧/٥
١٩١٨	ماكس بلانك	Max Planck	المانى	١٨٥٨/٤/٢٣	١٩٤٧/١٠/٤
١٩١٩	جوهانس شتارك	Johannes Stark	المانى	١٨٧٤/٤/١٥	١٩٥٧/٦/٢١
١٩٢٠	تشارلز ادوارد جيولم	Charles Edouard Guillaume	فرنسى	١٨٦١/٢/١٥	١٩٣٨/٦/١٣
١٩٢١	البرت اينشتين	Albert Einstein	المانى	١٨٧٩/٣/١٤	١٩٥٥/٤/١٨
١٩٢٢	نيلز بوهر	Niels Bohr	دينمركى	١٨٨٥/١٠/٧	١٩٦٢/١١/١٨
١٩٢٣	روبرت اندروز ميليكان	Robert Andraws Millikan	امريكى	١٨٦٨/٣/٢٢	١٩٥٣/١٢/١٩
١٩٢٤	مانى زيجبان	Manne Siegbahn	سويدى	١٨٨٦/١٢/٣	-
١٩٢٥	جوستاف هيرتس	Gustaf Hetrz	المانى	١٨٨٧/٧/٢٢	-
	جيمس فرانك	James Franck	المانى	١٨٨٢/٨/٢٦	١٩٦٤/٥/٢١
١٩٢٦	جين بيرى	Jëan Perrin	فرنسى	١٨٧٠/٩/٣٠	١٩٤٢/٤/١٧
١٩٢٧	آرثر هولى كومبتون	Arthur Holly Compton	امريكى	١٨٩٢/٩/١٠	١٩٦٢/٣/١٥
	تشارلز طومسون ويلسون	Charles Thomson Wilson	انجليزى	١٨٦٩/٢/١٤	١٩٥٩/١١/١٥

السنة	الاسم		الجنسية	تاريخ الميلاد ـ تاريخ الوفاة
١٩٢٨	اوين ريتشاردسون	Owen Richardson	انجليزى	١٨٧٥/٤/٢٦ ـ ١٩٥٩/٢/١٥
١٩٢٩	لوى ـ فيكتور دى بروليا	Louis-Victor de Broglie	فرنسى	١٨٩٢/٧/١٥ ـ
١٩٣٠	تشاندرازاخارا فينكاتا رامان	Chandrasekhara Venkata Raman	هندى	١٩٨٨/١١/٧ ـ ١٩٧٠/١١/٢٢
١٩٣٢	فيرنر هيزنبرج	Werner Heisenberg	الماني	١٩٠١/١٢/٥ ـ ١٩٧٦/٢/١
١٩٣٣	باول ادرين موريس ديراك	Paul Adrien Maurice Dirac	انجليزى	١٩٠٢/٨/٨ ـ ١٩٨٤/١٠/٢٠
١٩٣٥	جيمس تشادويك	James Chadwick	انجليزى	١٨٩١/١٠/٢٠ ـ ١٩٧٤/٧/٢٤
١٩٣٦	فيكتور فرانس هيس	Victor Franz Hess	نمساوى	١٨٨٣/٦/٢٤ ـ ١٩٦٤/١٢/١٧
١٩٣٧	كلينت جوزيف دافيسون	Clinton Joseph Davisson	امريكى	١٨٨١/١٠/٢٢ ـ ١٩٥٨/٢/١
	جورج باجت طومسون	George Paget Thomson	انجليزى	١٨٩٢/٥/٣ ـ
١٩٣٩	ارنست اورلاندو لورانس	Ernst Orlando Lawrence	امريكى	١٩٠١/٨/٨ ـ ١٩٥٨/٨/٢٧
١٩٤٣	أوتو شترن	Otto Stern	الماني	١٨٨٨/٢/١٧ ـ ١٩٦٩/٨/١٧
١٩٤٤	ازاك رابى	Isaac Rabi	امريكى	١٨٩٨/٧/٢٩ ـ
١٩٤٥	فولفجانج باولى	Wolfgang Pauli	نمساوى	١٩٠٠/٤/٢٥ ـ ١٩٥٨/١٢/١٥
١٩٤٦	برسى بريدجمان	Percy Bridgmar	امريكى	١٨٨٢/٤/٢١ ـ ١٩٦١/٨/٢٠
١٩٤٧	ادوارد فيكتور ابليتون	Edward Victor Appleton	انجليزى	١٨٩٢/٩/٦ ـ ١٩٦٥/٤/٢١
١٩٤٨	باتريك بلاكيت	Patrick Blackett	انجليزى	١٨٩٧/١١/١٨ ـ
١٩٤٩	هيديكى يوكاوا	Hideki Yukawa	يابانى	١٩٠٧/١/٢٣ ـ
١٩٥٠	سيسيل فرانك بول	Cecil Frank Powell	انجليزى	١٩٠٣/١٢/٥ ـ ١٩٦٩/٨/١١
١٩٥١	جون دوجلاس كوكروفت	John Douglas Cock croft	انجليزى	١٨٩٧/٥/٢٧ ـ ١٩٦٧/٩/١٨
	ارنست والتون	Ernest Walton	ايرلندى	١٩٠٣/١٠/٦ ـ
١٩٥٢	فيليكس بلوخ	Felix Bloch	الماني	١٩٠٥/١٠/٢٣ ـ
	ادوارد ميلز بورسيل	Edward Mills Purcell	امريكى	١٩١٢/٨/٣٠ ـ
١٩٥٣	فريتس تسرنيك	Frits Zernike	هولندى	١٨٨٨/٧/١٦ ـ ١٩٦٦/٣/١٧
١٩٥٤	ماكس بورن	Max Born	الماني	١٨٨٢/١٢/١١ ـ ١٩٧٠/١/٦
	فالتر بوتى	Walther Bothe	الماني	١٨٩١/١/٨ـ١٩٥٧/٢/٨
١٩٥٥	بوليكارب كوش	Polykarp Kusch	امريكى	١٩١١/١/٢٦ ـ
	ويليز اويجين لام	Willis Eugene Lamb	امريكى	١٩١٣/٧/١٢ ـ
١٩٥٦	والتر براتاين	Walter Brattain	امريكى	١٩٠٢/٢/١٠ ـ
	جون باردين	John Bardeen	امريكى	١٩٠٨/٥/٢٣ ـ
	وليم شوكلى	William Shockley	امريكى	١٩١٠/٢/١٣ ـ
١٩٥٧	تسونج ـ داو لى	Tsung-Dao Lee	صينى	١٩٢٦/١١/٢٥ ـ
	تشين ـ نينج يانج	Chen-Ning Yang	صينى	١٩٢٢/٩/٢٢ ـ
١٩٥٨	اليا فرانك	Ilia Frank	روسى	١٩٠٨/١٠/٢٣ ـ

السنة	الاسم		الجنسية	تاريخ الميلاد - تاريخ الوفاة
	ايجور تام	Igor Tomm	روسي	١٨٩٥ - ١٩٧١/٤/١٢
	باول تشيرينكوف	Pawel Tscherenkow	روسي	١٩٠٤/٧/٢٨ -
١٩٥٩	أوين تشامبرلين	Owen Chamberlain	امريكي	١٩٢٠/٧/١٠ -
	اميليو سيجري	Emilio Segre	ايطالي امريكي	١٩٠٥/٢/١
١٩٦٠	دونالد جلازر	Donald Glaser	امريكي	١٩٢٦/٩/٢١ -
١٩٦١	رودلف موسباور	Rudolf Mossbauer	الماني	١٩٢٩/١/٣١ -
١٩٦٢	ليف دافيدوفيتش لانداو	Lew Dawidowitsch Landau	روسي	١٩٠٨/١/٢٢ - ١٩٦٨/٤/١
١٩٦٣	ماريا جوبرت - ماير	Maria Goeppert Mayer	امريكية	١٩٠٦/٦/٢٨ - ١٩٧٢/٢/٢٠
	هانس دانيل ينسين	Hans Daniel Jensen	الماني	١٩٠٧/٦/٢٥ - ١٩٧٣/٢/١٢
	اويجين باول فيجنر	Eugene Paul Wigner	امريكي	١٩٠٢/٢/١٧ -
١٩٦٤	نيكولاي باسوف	Nikolai Basow	روسي	١٩٢٢/٢/١٤ -
	اليكساندر بروتشوروف	Alexander Prochorow	روسي	١٩١٦/٧/١١ -
١٩٦٥	ريتشارد فاينمان	Richard Feynman	امريكي	١٩١٨/٥/١١ -
	سين - ايترو توموناجا	Sin-Itiro Tomonago	ياباني	١٩٠٦/٣/٢١ -
	جوليان شفينجر	Julian Schwinger	امريكي	١٩١٨/٢/١٢ -
١٩٦٦	الفريد كاستلر	Alfred Kastler	فرنسي	١٩٠٢/٥/٣ -
١٩٦٧	رونالد نوريش	Ronald Norrish	انجليزي	١٨٩٧/١١/٩ -
١٩٦٨	لويس الفاريز	Luis Alvarez	امريكي	١٩١١
١٩٦٩	موراي جيل - مان	Murray Gell-Mann	امريكي	١٩٢٩/٩/١٥
١٩٧٠	هانس الفين	Hannes Alven	سويدي	١٩٠٨/٥/٣٠
١٩٧١	دينيس جابور	Dennis Gabor	انجليزي	١٩٠٠/٦/٥
١٩٧٢	ليون كوبر	Leon Cooper	امريكي	١٩٣٠/٢/٢٨
	والتر باردين	Walter Bardeen	امريكي	١٩٠٢/٢/١٠
	جون شريفر	John Schrieffer	امريكي	١٩٣١/٥/٣١

الفهرس

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٦/٥٢٤٨

ISBN ـ ٩٧٧ ـ ٠١ ـ ١١٣٣ ـ ٣

تدور مذكرات فيرز هيزنبرج (١٩٠١ - ١٩٥٨) حول الفيزياء الذرية المعاصرة التى تأثرت قطعا فى مراحل تطورها بجهوده الخلاقة والتى ترتبط بالاضطرابات التى لازمت الجمهورية الشيوعية فى ميونيخ وبأيام الدراسة ودائرة الأصدقاء فى تنظيم حركة الشبيبة وبالمنجزات والتحديات التى صاحبت أيام النازية وفترة إعادة البناء بعد عام ١٩٤٥ . من هذه المنطلقات تعود مقابلاته مع ألبرت أينشتين وماكس بلانك وأرنولد زومر فيلد ونيلز بوهر وآخرين .



مطابع الهيئة المصر

٢٢٥ قرشا